



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DEL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE  
PRODUCCIÓN DE CILINDROS HIDRAÚLICOS EN LA EMPRESA INVEMET S.R.L ,  
LA Victoria, 2017

### TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Jhon Alexis Hermitaño Roque

ASESOR:

Dr. Bravo Rojas, Leónidas Manuel

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a) :

Jhon Alexis Hermitaño Roque



cuyo título es:

IMPLEMENTACIÓN DEL TPM PARA MEJORAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE CILINDROS  
HIDRAÚLICOS EN LA EMPRESA INVEMET SRL, LA VICTORIA,  
2017

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de  
preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

...18... (número) *CATORCE* (letras).

Los Olivos, 10 de Abril del 2018

  
.....  
Presidente  
.....  
Secretario  
.....  
Vocal

## **RELACIÓN DEL JURADO**

---

Ing. PRESIDENTE DE JURADO

---

Ing. SECRETARIO DEL JURADO

---

Ing. VOCAL DEL JURADO

LIMA - 2017

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico al guía en mi largo camino en la vida, al hombre celestial al que me transmite, paz fuerza para seguir cada día, a Dios A las personas que confían en mí y me lo manifiestan día a días con diferentes acciones como su comprensión su tolerancia a mi madre y mis hermanas por siempre apoyarme a mis amigos aquellos que nunca me dejaron caer y me alentaron a seguir mi sueño

## **AGRADECIMIENTO**

Expongo mi más sincero agradecimiento por todo lo brindado en cuanto a conocimiento, frases motivacionales otorgados por todos los maestros de la escuela de Ingeniería Industrial durante esta estancia en dicha escuela me han ofrecido compromiso con mi enseñanza y a realizar todo lo que está a su alcance para ayudarme a cumplir mis metas. Muchas bendiciones y éxitos a todas aquellas personas que me apoyan día a día en mi formación

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Jhon Alexis Hermitaño Roque con DNI N° 73416812, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 14 de junio del 2018

Jhon Alexis Hermitaño Roque

## **PRESENTACIÓN**

Señores del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada, “Aplicación del TPM para mejorar la productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L. La victoria, 2017” para que su buen juicio y su criterio de expertos puedan bien juzgar que este cumpla con los requisitos establecidos para obtener el título profesional de ingeniero industrial.

El Autor

I.	INTRODUCCIÓN	16
1.1.	Realidad problemática	17
1.2.	Trabajos previos	26
1.3.	Teorías relacionadas al tema	33
1.3.1.	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	33
1.3.1.1	Definición	33
1.3.1.2	Inicios y Evolución del Mantenimiento Productivo Total	34
1.3.1.3	Objetivo del Mantenimiento Productivo Total	37
1.3.1.4	Las 6 grandes perdidas	38
1.3.1.5	Pilares del TPM	40
1.3.1.6	Overall Equipment efectiveness OEE	42
1.3.2	Productividad	45
1.3.2.1	Definición	45
1.3.2.2	Expresiones de productividad	48
1.3.2.3	Niveles de productividad	49
1.3.2.4	Eficiencia	50
1.3.2.3	Eficacia	51
1.3.3.4	Factores de la productividad	51
1.4	Formulación del problema	52
1.4.1	Problema general	52
1.4.2	Problema Específicos	52
1.5	Justificación del Estudio	52
1.5.1	Económica	52
1.5.2	Técnico	53
1.5.3	Social	53
1.6	Hipótesis	53
1.6.1	Hipótesis General	53
1.6.2	Hipótesis Específicos	53
1.7	Objetivo	54
1.7.1	Objetivo General	54
1.7.2	Objetivo Específicos	54



II	MÉTODO	55
2.1	Diseño de investigación	56
2.2	Variables Operacionales	57
2.2.1	Definición Conceptual	57
2.2.2	Definición Operacional	58
2.2.3	Dimensiones	58
2.3	Población y muestra	60
2.3.1	Unidad de Estudio	60
2.3.2	Población	60
2.2.3	Muestra	61
2.2.4	Muestreo	61
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad	61
2.5	Método de análisis de datos	62
2.6	Aspectos éticos	62
2.7	Desarrollo de la propuesta	63
2.7.1	Situación Actual	63
2.7.1.0	Visión	63
2.7.1.1	Misión	63
2.7.1.2	Organización de la Empresa	64
2.7.2	Propuesta de la mejora	65
2.7.3	Ejecución de la propuesta	70
2.7.4	Resultados de la implementación	88
2.7.5	Análisis Económico Financiero	94
III	RESULTADOS	96
3.1	Análisis descriptivo	97
3.2	Análisis inferencial	101
3.2.1	Análisis de la Primera hipótesis específica H1	103
3.2.2	Análisis de la segunda hipótesis específica H2	106
IV.	DISCUCIONES	109
V.	CONCLUSIONES	112
VI.	RECOMENDACIONES	114

VII. REFERENCIA	116
ANEXOS	121
Anexo 1: Matriz de Consistencia	122
Anexo 2: Matriz de Operacionalización	123
Anexo 3: Política del Mantenimiento Productivo Total	124
Anexo 4: Registro de capacitación	125
Anexo 5: Formato Orden de Trabajo de mantenimiento	126
Anexo 6: Formato de Capacitación a Terceros	127
Anexo 7: Registro de inducción y capacitación 1	128
Anexo 8: Registro de inducción y capacitación 2	129
Anexo 9: Registro de inducción y capacitación 3	130
Anexo 10: Cronograma mantenimiento Autónomo	131
Anexo 11: Cronograma mantenimiento Planificado	132
Anexo 12: Costos del mantenimiento Autónomo	134
Anexo 13: Costos del mantenimiento Planificado	135
Anexo 14: Faces y etapas de la implementación del Mantenimiento Productivo Total	137
Anexo 15: Programa de Entrenamiento del personal	138
Anexo 16: Acta de reunión	139
Anexo 17: Ficha 1 de validación de la matriz de operacionalización de variables	140
Anexo 18: Ficha 2 de validación de la matriz de operacionalización de variables	142
Anexo 19- Ficha 3 de validación de la matriz de operacionalización de variables	144
Anexo 20 Ficha de Turnitin	146

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ranking producción mundial de Maquinas	18
Figura 2: Productividad por País	19
Figura 3: Exportación del sector del metalmecánico	20
Figura 4: Mapeo de empresas del sector Metalmecánica	21
Figura 5: Procedimiento organizacional	22
Figura 6: Diagrama Causa – Efecto Ishikawa en Producción	23
Figura 7: Diagrama de Pareto	25
Figura 8: Diagrama de Estratificación	26
Figura 9: Diagrama de la evolución del mantenimiento	36
Figura 10: Diagrama Mantenimiento Productivo Total	37
Figura 11: Las seis grandes pérdidas y sus agrupaciones	39
Figura 12: Clasificación de las seis grandes pérdidas y sus características	39
Figura 13: Resumen de los tiempos y las perdidas	44
Figura 14: Entradas, Proceso y Salidas	47
Figura 15: Organigrama de la empresa INVEMET	64
Figura 16: Equipo Mantenimiento Productivo Total	73
Figura 17: Política y objetivo	74
Figura 18: Certificado de calidad	81
Figura 19: Disponibilidad Antes y Después	99
Figura 20: Confiabilidad Antes y Después	99
Figura 21: Eficiencia antes y después	100
Figura 22: Eficacia antes y después	100
Figura 23: Productividad antes y después	101

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de correlación	24
Tabla 2: Matriz de priorización	25
Tabla 3: Tabla de descripción de la metodología	65
Tabla 4: Tabla de análisis de herramienta	67
Tabla 5: Costo de Herramientas	67
Tabla 6: Costo de Insumos	68
Tabla 7: Costos de Epp's y Capacitaciones	68
Tabla 8: Faces y etapas de la implementación del Mantenimiento Productivo Total	69
Tabla 9: Cronograma de mantenimiento Autónomo	77
Tabla 10: Mantenimiento Planificado	78
Tabla 11: Datos de Eficiencia y Eficacia Antes	82
Tabla 12: Datos de Eficiencia y Eficacia Antes Mes 2	83
Tabla 13: Datos de Eficiencia y Eficacia Antes Mes 3	84
Tabla 14: Datos de Disponibilidad y Confiabilidad Primer Mes Después	85
Tabla 15: Datos de Disponibilidad y Confiabilidad Segundo Mes Después	86
Tabla 16: Datos de Disponibilidad y Confiabilidad Tercer Mes Después	87
Tabla 17: datos de Eficiencia y Eficacia Primer Mes Después	88
Tabla 18: datos de Eficiencia y Eficacia Segundo Mes Después	89
Tabla 19: datos de Eficiencia y Eficacia Tercer Mes Después	90
Tabla 20: datos de Disponibilidad y Confiabilidad Primer Mes Después	91
Tabla 21: datos de Disponibilidad y Confiabilidad Segundo Mes Después	92
Tabla 22: datos de Disponibilidad y Confiabilidad Tercer Mes Después	93
Tabla 23: Análisis de tasa interno de retorno y valor actual neto del proyecto	94
Tabla 24: Costos de la Implementación y sostenimiento del proyecto	95
Tabla 25: Análisis de la eficiencia, Eficacia y la productividad antes	97
Tabla 26: Análisis de la eficiencia, Eficacia y la productividad después	97

Tabla 27: Análisis de disponibilidad y confiabilidad antes	98
Tabla 28: Análisis de disponibilidad y confiabilidad Después	98
Tabla 29: Análisis de normalidad de productividad antes y después con Kolmogorov-Smirnov	102
Tabla 30: Comparación de medias de productividad antes y después con Wilcoxon.	102
Tabla 31: Estadístico de prueba – Wilcoxon	103
Tabla 32: Análisis de normalidad de eficiencia antes y después con Kolmogorov-Smirnov Ha1	104
Tabla 33: Comparación de medias de eficiencia antes y después con Wilcoxon	105
Tabla 34: Estadístico de prueba – Wilcoxon	105
Tabla 35: Análisis de normalidad de eficacia antes y después con Kolmogorov-Smirnov Ha2	106
Tabla 36: Comparación de medias de eficacia antes y después con Wilcoxon	107
Tabla 37: Estadístico de prueba – Wilcoxon.	107

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y FÓRMULAS

Ilustración 1: Anuncio y capacitación del TPM.	71
Ilustración 2: Publicación - Información de Mantenimiento Productivo Total.	72
Ilustración 3: Reunión de información de la implementación.	75
Fórmula 1: Productividad	58
Fórmula 2: Disponibilidad	59
Fórmula 3: Confiabilidad	59
Fórmula 4: Eficiencia	59
Fórmula 5: Eficacia	60

## RESUMEN

El presente trabajo que lleva como título Aplicación del TPM para mejorar la productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L. La victoria, 2017 tiene como principal dirección entender como la aplicación del TPM mejorará la productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L. esto con los conceptos básicos de algunos autores tales como Cuatrecasas y Torrell quien nos dice que lo que busca el TPM es disminuir las averías en los equipos así como los accidentes y defectos en lo que producen estos, de esta manera aumentan la productividad de los cuales se dimensionan en confiabilidad y disponibilidad por otro lado nuestra investigación sostiene a través de Carro y Gonzales quien hace mención que la productividad está directamente relacionada con los que se obtiene al final de un proceso esto también lo podemos dimensionar en eficiencia y eficacia de esta manera lo que podemos analizar todo lo que se ha empleado para conseguir algo a través de un tiempo y con esto que es lo que se ha obtenido.

En cuanto al tipo de investigación nuestra presente en cuanto a tipo es cuantitativa aplicada, por su diseño es cuasi experimental y por su nivel es descriptiva. Se ha tenido como población y muestra la producción de piezas de cilindros hidráulicos en un periodo de 90 días, teniendo en cuenta que nuestra muestra ha sido igual que la población no se ha realizado el muestreo. Todos los datos que se muestran en la investigación han sido tomados en el campo a través de cuadros esto para las dos variables, Los datos que se tomaron son reales tomados en la planta de la empresa Invemet S.R.L. Por lo que podemos afirmar que son 100% confiables. Para validar nuestra los instrumentos se optó por el juicio de experto esto a través de 3 ingenieros de la universidad cesar vallejo. Después de la implementación del Mantenimiento Productivo Total y todas las aplicaciones logradas en este se puede concluir que hay una mejora significativa en la productividad de un aumento de 24.16% en cuanto a la eficiencia 15.69 % y la eficacia es 13.69%.

Palabras claves: Productividad, Eficiencia, Eficacia.

## ABSTRACT

The present work that takes like title Application of the TPM to improve the productivity in the line of production of hydraulics cylinders in the company Invemet S.R.L. The victoria, 2017, has as its main direction to understand how the application of the TPM will improve productivity in the production line of hydraulic cylinders in the company Invemet S.R.L. this with the basic concepts of some authors such as Cuatrecasas and Torrell who tells us that what the TPM seeks is to reduce equipment breakdowns as well as accidents and defects in what they produce, thereby increasing the productivity of which are dimensioned in reliability and availability on the other hand our research maintains through Carro and Gonzales who makes mention that productivity is directly related to those obtained at the end of a process. This can also be measured in efficiency and effectiveness in this way. that we can analyze everything that has been used to achieve something over time and with this that is what has been obtained.

Regarding the type of research, our present in terms of type is quantitative applied, because of its design it is quasi-experimental and its level is descriptive. It has had as a population and shows the production of pieces of hydraulic cylinders in a period of 90 days, taking into account that our sample has been the same as the population has not been sampled. All the data shown in the research have been taken in the field through tables for the two variables. The data that was taken are real taken in the plant of the company Invemet S.R.L. So we can say that they are 100% reliable. In order to validate our instruments, expert judgment was chosen through 3 engineers from the Cesar Vallejo University. After the implementation of the Total Productive Maintenance and all the applications achieved in this one it can be concluded that there is a significant improvement in the productivity of an increase of 24.16% in terms of efficiency 15.69% and efficiency is 13.69%.

Keywords: Productivity, Efficiency, Efficiency.



## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad Problemática

El mundo de la producción de cilindros hidráulicos, la metalmecánica a nivel mundial ha ido evolucionado durante el transcurso de los años y hablar de este es símbolo de rentabilidad de inversión, de productividad, es hablar de optimización de recursos. Todos los inversionistas internacionales o de cualquier envergadura llegan a la conclusión que van a buscar siempre superar su punto de equilibrio con ello superar la competitividad y más que esto es superar la competencia y los rubros semejantes a la metalmecánica. Las empresas pequeñas a nivel mundial hacen más énfasis a la productividad y como conseguir optimizar los recursos. Según SURATEP Colombia las empresas pequeñas representan el 92.5% de todo el sector industrial metalmecánico y generan el 40% de producto bruto generando el 50% de empleo industrial formal asiéndose este sector en unos de los más productivos del país. No obstante siempre se enfrentan a pérdidas como pueden ser tiempo, costos, las maquinarias, los mantenimientos, Etc. Fugas que reducen los beneficios que se pueden contabilizar como utilidades.

El sector metalmecánico que es el rubro a donde pertenece la fabricación de cilindros hidráulicos ha llegado a convertirse en un principal ente económico a nivel mundial. La CEPAL (Comisión económica para América Latina y el Caribe) en el 2016 menciona el crecimiento en América Latina y el Caribe del 3.7% de la industria metalmecánica, esto con una ligera disminución a relación de los años anteriores debido a la crisis mundial que se vivía en ese entonces. Debido a esta crisis en América Latina se ha visto una oportunidad clara para aprovechar mercados internacionales y su principal objetivo es ajustarse a los cambios tecnológicos de América del Norte o ya sea de Europa permitiéndonos mejorar nuestra productividad. Colombia es una de los países con mayor crecimiento en este rubro teniendo un promedio anual de 3.7% dándole así grandes beneficios a su nación.

En argentina es un caso similar pero en el 2016, el 76% de los empresarios llegaron a la conclusión que la falta de personal calificado para un buen mantenimiento de las maquinas hacían que se frenara la producción no existía mayor preocupación por aumentar la productividad y mejorar los planes de mantenimiento, mencionaban ellos que se pierde rentabilidad debido a la competencia entre sector por atraer gente capacitada. Los países que tienen mayor influencia en lo que es el desarrollo de la metalmecánica en el mundo son Japón,

Alemania, España, Estados Unidos y China. En el caso de Latinoamérica Brazil, Argentina, Colombia y Chile son los que podrían mencionarse.

Figura 1: Ranking producción mundial de Maquinas



Fuente: Icx, 2016

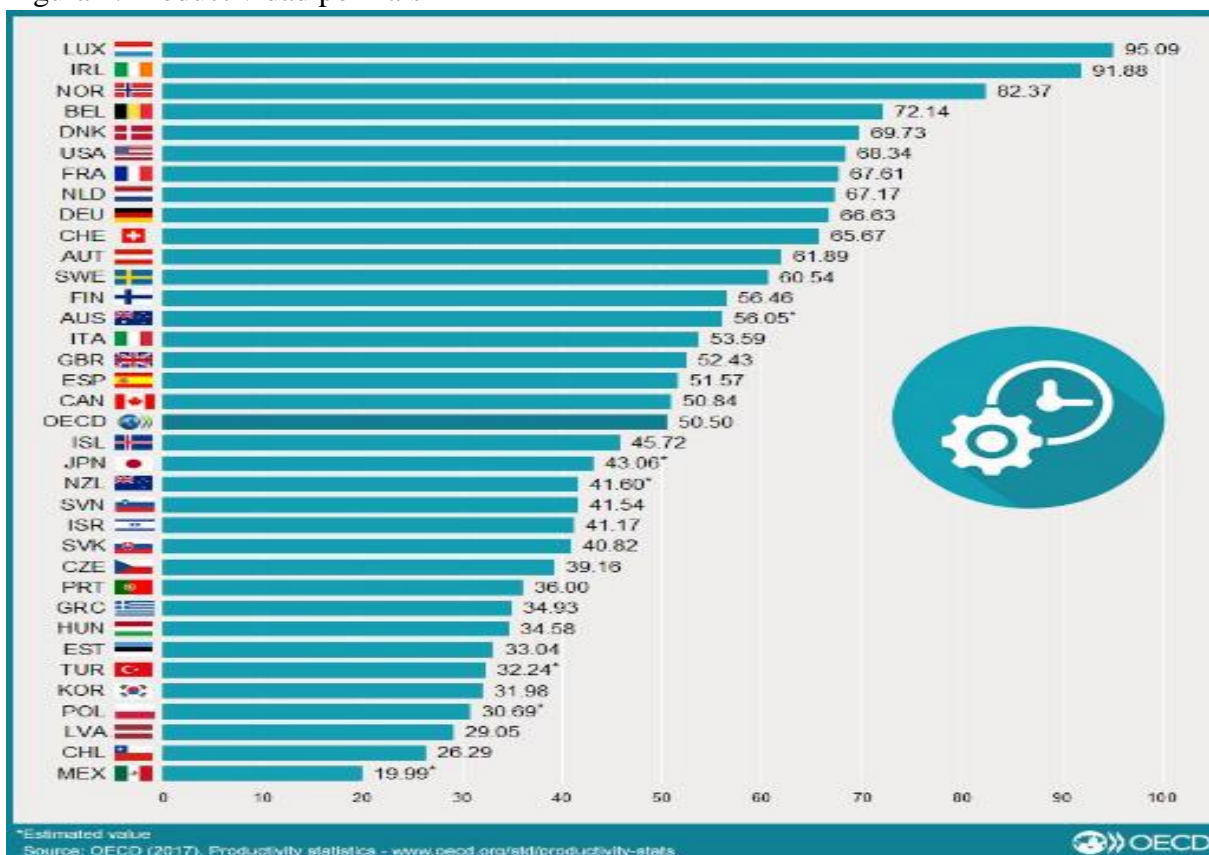
La figura 1 nos muestra el ranking de la producción mundial de máquinas en general e indirectamente nos muestra las empresas metalmecánicas ya que estas son las que se dedican a la fabricación maquinarias entre ellas cilindros hidráulicos.

Vemos claramente que Alemania lidera la mayor siendo así una de las potencias en productividad siguiéndole Japón para que en tercer lugar se coloque china, en américa EE.UU. se coloca en sexto lugar.

En el 2013 La productividad francesa de sector metalmecánico alcanzó los 686,6 millones de dólares esto en comparación a un año anterior descendió en un -8.7% según Gardner Research. La producción de cilindros hidráulicos por ser accesorio hidráulico de un equipo está siendo cada vez más su presencia en el mercado es así que marcas como FENDT son las que impulsan este crecimiento. Esta marca Premium del grupo AGCO dio a conocer en medios de comunicación mundiales el detalle de su estrategia hasta el 2020, donde nos dice que alcanzara

una producción de 20 000 tractos llevando estos unos 5 cilindros hidráulicos en promedio lo que nos dicen es que se fabricaran alrededor de 100 000 cilindros superando sus límites ya que en el año tienen un promedio de 15 000. El 68% de la producción será exclusivamente para importación.

Figura 2: Productividad por País



Fuente: OECD, 2017

Se puede ver en la figura 2: que Luxemburgo ocupa el primer lugar a nivel mundial de productividad dado esto se puede mencionar que mientras en Luxemburgo se produce 4.75 veces en países como México y Chile se produce solo uno, también podemos apreciar que países como Irlanda y Noruega le siguen siendo estos últimos un ejemplo digno de mencionar y de copiar. En América Latina solo Chile figura en este ranking. En la actualidad el Perú dentro del marco mundial de desarrollo y producción es uno de los últimos en la lista aun teniendo la materia prima para poder reducir los costos de producción no lo hace y el rubro de metal mecánica no es la excepción específicamente la fabricación de cilindros hidráulicos. Dentro de los principales fabricantes que existen en el mercado nacional hay mucha deficiencia para la

entrega a tiempo de algún pedido de fabricación (Retrasos) por diferentes causas, pero el principal motivo es el desarrollo de metodología de producción de acuerdo al contexto que vive nuestro país, adaptar los modelos que han dado buenos resultados a nivel mundial en lo que a producción en general se refiere. Nuestro país no tiene la capacidad técnica ni la tecnología para poder lograr una producción masiva de cilindros hidráulicos, países vecinos como Chile o Colombia si están desarrollando nuevas formas para lograr dicho objetivo. La problemática de la baja productividad es muy grande y el mercado peruano no está preparado para poder proveer al mercado mundial la fabricación de cilindros hidráulicos.

Figura 3: Exportación del sector del metalmecánico

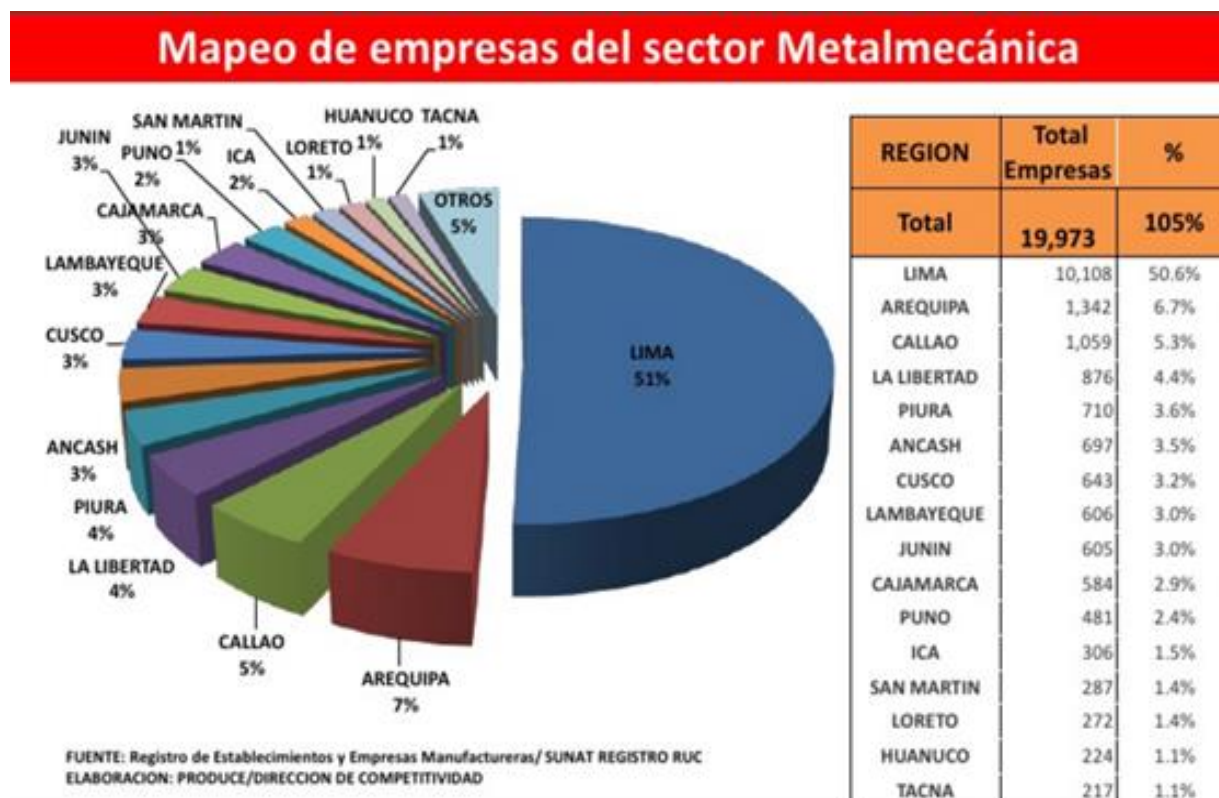
Exportaciones Totales, enero-abril 2016/2015 (US\$ Millones FOB)				
Tipo/Sector	Ene-Abr 2015	Ene-Abr 2016	Flujo	Var. % 16/15
<b>Total</b>	<b>10 315,4</b>	<b>10 110,8</b>	<b>-204,6</b>	<b>-2,0%</b>
<b>Tradicional</b>	<b>6 824,0</b>	<b>6 877,0</b>	<b>53,0</b>	<b>0,8%</b>
Minero	5 658,4	5 803,4	145,0	2,6%
Cobre	2 297,0	2 761,6	464,7	20,2%
Oro	1 939,2	1 906,0	-33,2	-1,7%
Plomo	502,9	448,6	-54,3	-10,8%
Zinc	498,7	387,8	-110,9	-22,2%
Hierro	141,9	102,2	-39,6	-27,9%
Estaño	130,5	96,7	-33,8	-25,9%
Metales menores	100,0	66,0	-34,0	-34,0%
Plata refinada	48,3	34,4	-13,8	-28,7%
Petróleo y gas natural	896,8	481,3	-415,5	-46,3%
Derivados de petróleo	674,8	385,6	-289,2	-42,9%
Gas natural, derivados	191,1	86,5	-104,5	-54,7%
Petróleo crudo	30,9	9,1	-21,8	-70,5%
Pesquero	205,3	486,4	281,1	136,9%
Harina de pescado	134,9	379,3	244,3	181,1%
Aceite de pescado	70,3	107,1	36,8	52,3%
Agrícola	63,4	105,9	42,4	66,9%
Café	36,9	71,4	34,5	93,5%
Azúcar y chancaca	6,9	13,3	6,4	91,5%
Resto	19,6	21,1	1,6	7,9%
<b>No Tradicional</b>	<b>3 491,4</b>	<b>3 233,9</b>	<b>-257,5</b>	<b>-7,4%</b>
Agropecuaria	1 294,0	1 303,1	9,1	0,7%
Químico	464,6	441,3	-23,3	-5,0%
Textil	446,5	387,7	-58,9	-13,2%
Sidero-metalúrgico	332,9	302,5	-30,4	-9,1%
Pesquero	393,1	287,6	-105,5	-26,8%
Minería no metálica	219,6	205,4	-14,2	-6,5%
Metal mecánico	146,2	137,6	-8,7	-5,9%
Otros*	194,3	168,7	-25,6	-13,2%

Fuente: Sunat, 2016

En la figura 3 se refleja la exportación del año 2016 en comparativa al año 2015 no se puede realizar con el año 2017 ya que todavía no se ha cerrado el año. El sector donde se ve reflejado la importación del sector metalmecánico se puede ver en los productos no tradicionales. Se puede apreciar que en la diferencial entre el 2015 y el 2016 es de un -7.4%, es decir hay pérdidas

de un año a otro esto afecta sobre todo a la tasa de desempleo en este rubro de la economía nacional.

Figura 4: Mapeo de empresas del sector Metalmecánica



Fuente: Sunat, 2016

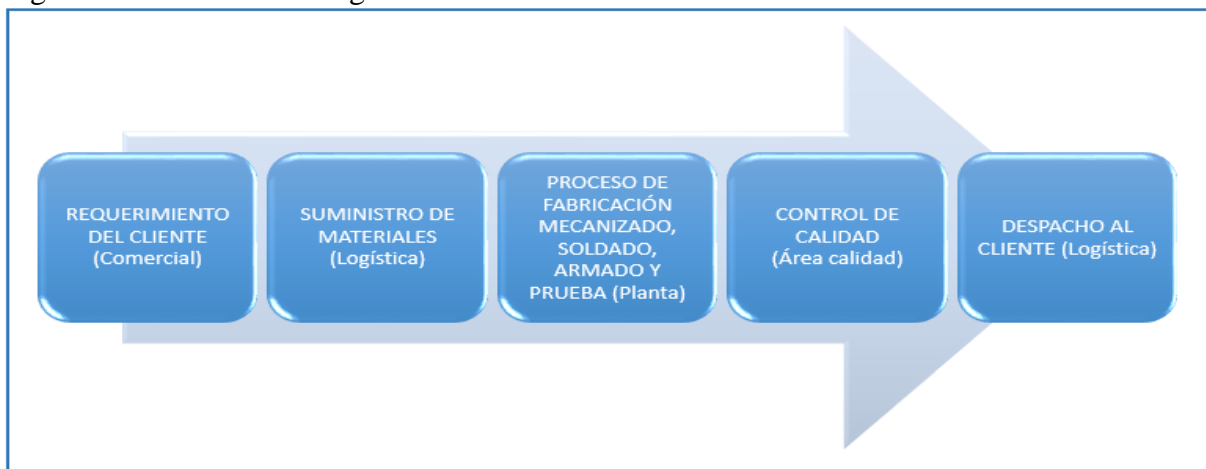
En la figura 4 se puede apreciar la división de nuestro territorio nacional, el sector de nuestro país está claramente dividido y gran parte se encuentra ubicado en la ciudad capital de Lima con el 51% esto quiere decir que el sector económico será de mayor transcendencia en este lugar. El segundo es Arequipa con 1342 empresas representándose el 7% del país, Las ciudades de Tacna, Huánuco, Loreto y San Martín son ciudades con menor tasa 1%. Entonces se puede concluir que en la ciudad de Lima la competitividad será de mayor interés junto con la productividad por parte de los empresarios ya que tienen mucha competencia dentro del mercado a diferencias de ciudades que representan una tasa menor a 2%.

Según el periódico el comercio el CCL menciona que la productividad es más alta en el Perú que en los países vecinos. En el 2016 hay un crecimiento de 2.2%. El director ejecutivo del IEDEP de la CCL, Cesar peñaranda, nos dice que por arriaba de Bolivia 1.8%, Uruguay 1.6%,

Chile 1.1%, México 0.4%, y Colombia 0.0%, se encuentra el Perú y los países que están por debajo es decir que no tienen resultados positivos Venezuela -9.3, Ecuador -5.8, Brasil -4.2 y Argentina -2.1%. Podemos concluir entonces de la información de la IEDEP que cinco países están avanzando, mientras que cuatro países están por debajo de cero mostrando así resultados no tan favorables para América Latina.

INVEMET S.R.L. es una empresa especializada en la fabricación y reparación de cilindros hidráulicos con más de 15 años de experiencia en el mercado peruano, la planta se encuentra en la victoria. Los productos que se fabrican son bajo los requisitos normativos de calidad ISO 9001:2008 certificados por la SGS a inicios del 2014 cabe resaltar que nuestra certificación es por la reparación de cilindros hidráulicos más no la fabricación, La planta dispone de 3 líneas de producción habilitadas para una secuencia en serie, es decir se cuenta con esa tecnología, aunque no de forma automatizada pero se puede trabajar. Todas las líneas de producción cuentan con la capacidad para fabricar y ensamblar sus 3 productos Los neumáticos de simple y doble efecto, Los hidráulicos de doble y simple efecto, los cilindros hidráulicos con horquilla de doble y simple efecto aunque.

Figura 5: Procedimiento organizacional



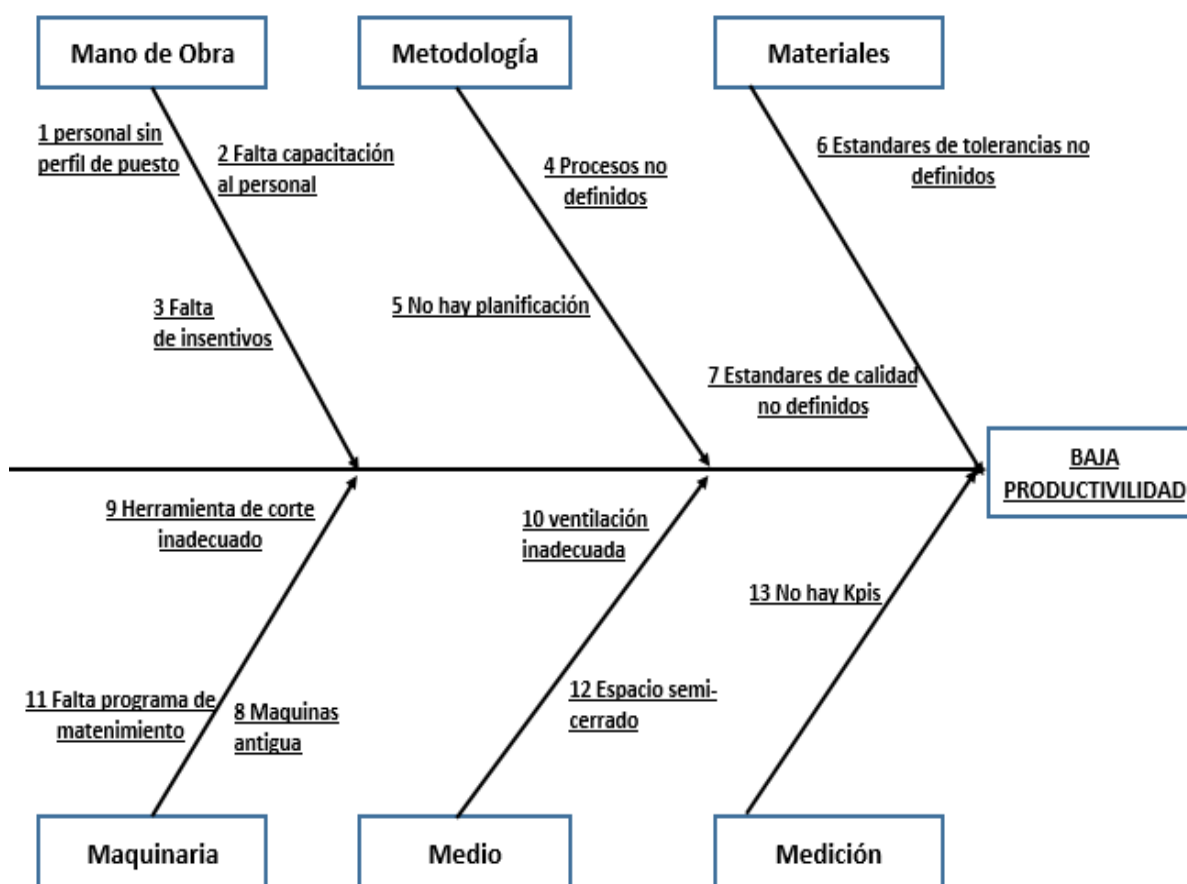
Fuente: Elaboración propia

La Figura 5, La empresa muestra un mapeo de la organización, el gran inconveniente se dará en el área de control de calidad, ya que si el producto no cumple con los estándares de calidad establecidas por la normas de calidad ISO 9001 retornara al área de planta donde sí se puede optar por una solución óptima apegado a la norma o de caso contrario desechar la producción.



Los cambios que se realizan durante la fabricación, en el suministro de materiales, la falta de programación, o en el área de mantenimientos hacen que la entrega del componente no sea a tiempo al cliente, teniendo problemas el área de producción con el área comercial y hasta gerencial, esto indica un bajo índice en la productividad de toda la empresa. Es así que nace realizar un análisis de causa y efecto de esta manera concluir porque la baja productividad que se tiene la producción. Con esta herramienta se propone el siguiente diagrama.

Figura 6: Diagrama Causa – Efecto Ishikawa en Producción



Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se ve las posibles causas el cual nos está generando menor productividad de la que esperamos a través de la técnica de las 6M logramos plasmarlo. Apparently la mano de obra y la maquinaria tienen la misma cantidad de causas.



Se tiene que tener en cuenta que el diagrama de causa efecto figura 6 no nos va a dar con certeza cuál es la causa principal de la baja productividad para este análisis cuántico nos ayudaremos de una matriz de priorización basándonos en la opinión de los trabajadores de la misma compañía.

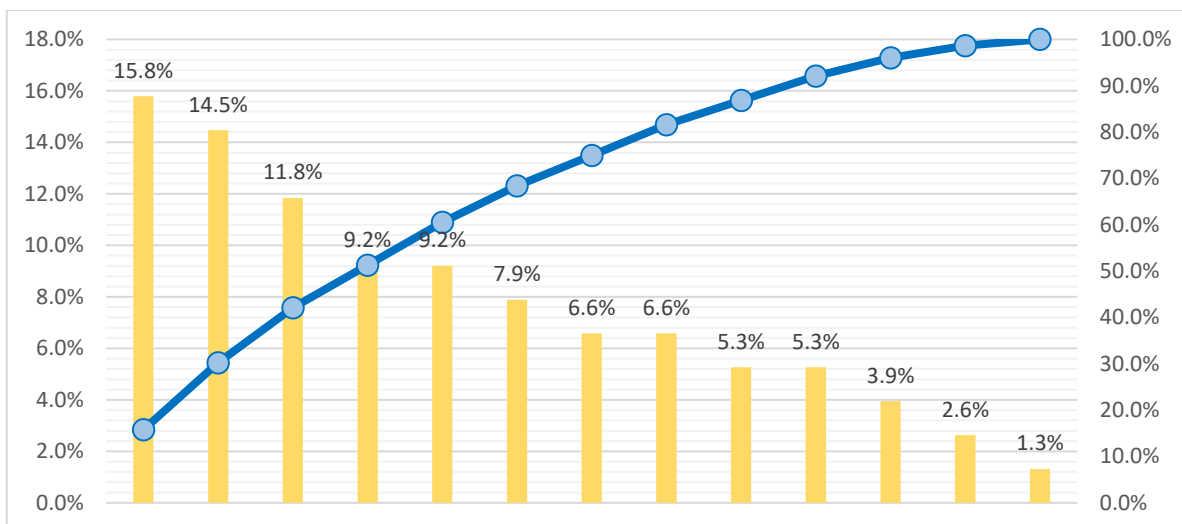
Tabla 1: Matriz de correlación

	CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	Total
C1	Personal sin perfil de puesto	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	5	
C2	Falta capacitación al personal	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	5	
C3	Falta de incentivos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
C4	Procesos no definidos	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	7	
C5	No hay planificación	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	7	
C6	Estandares de tolerancia no definidos	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	7	
C7	Estandares de calidad no definido	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	8	
C8	Maquinas antiguas	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6	
C9	Herramientas de corte inadecuadas	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	10	
C10	Ventilacion inadecuada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
C11	Falta programa de mantenimiento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	12	
C12	Espacio Semi-cerrado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
C13	No hay Kpis	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	7	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 Se muestra la relación que existe entre las causas siendo representado esto con valor 0 que nos indica que no tiene ninguna relación con esa variable y si tiene el valor 1 nos indica que si hay una relación, este es el que prima sobre la causa en relación, es así como se logra saber que causa es mucha más resaltante que el resto, visto esto analizaremos nuestro principal problema que es la falta del programa de mantenimiento seguido de herramientas de corte inadecuado involucrando así al área de mecanizados.

Figura 7: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se puede apreciar que el 15.58 % de la baja productividad se debe a la causa 11 que no es más que la falta de un programa de mantenimiento después de este, todas las demás causas están en un promedio de 6.5%,

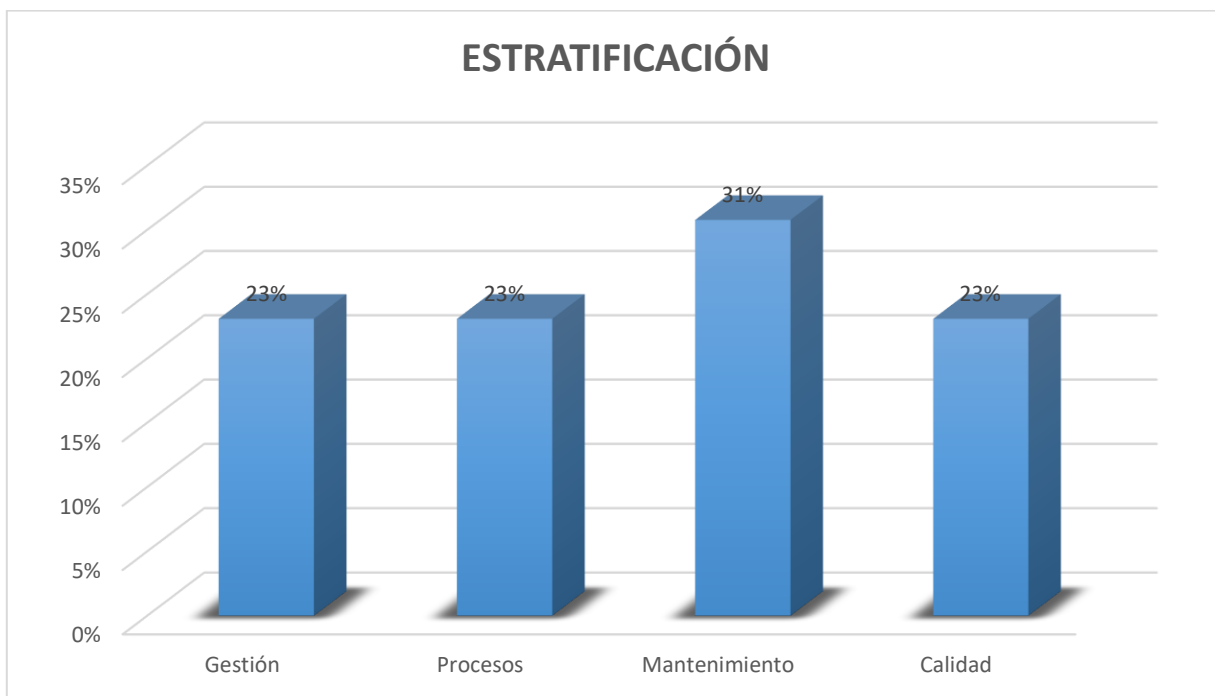
Tabla 2: Matriz de priorización

	Consolidación de problemas	Medición	Mano de Obra	Materia Prima	Medio Ambiente	Maquinaria	Método	Nivel de profundidad	Tasa de profundidad de problemas	Total de problemas	Impacto	Calificación	Prioridad
Gestión		1		1		1	Medio	23%	3	3	8	4	
Procesos	1	1	1				Medio	23%	4	4	10	2	
Mantenimiento				1	3		Alto	31%	4	5	15	1	
Calidad		1	1			1	Medio	23%	2	2	6	3	
Total de problemas	1	3	2	2	3	2		100%	13				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2: Se puede apreciar el resultado del análisis, Donde el estrato de Mantenimiento tiene un nivel más alto que los demás aunque no por mucho, este tiene una calificación de 31 los tres estratos tienen una calificación igual.

Figura 8: Diagrama de Estratificación



Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se puede apreciar en barras cual es el estrato con mayor porcentaje con la ayuda de la matriz de priorización tabla 2 resaltando el estrato de mantenimiento.

## 1.2 Trabajos previos

TUAREZ, M. Cesar. Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del mantenimiento productivo total. Tesis (Magister en Gestión de la Productividad y Calidad). Guayaquil: Escuela superior politécnica del litoral, 2013. 167 pp. El objetivo fue implantar el sistema de mejora continua bajo los principios del mantenimiento productivo total en la planta que se encarga de elaborar y vender bebidas de gaseosa de esta manera incrementa la eficiencia eliminando los tiempos muertos. El tipo de investigación fue experimental, ya que después de un análisis se aplicó en una línea. Se puede concluir de la investigación que en su mayoría la gente se resistía al cambio de filosofía es que hasta cierto punto esto es entendible ya que desde el punto de vista de recursos humanos no es tan factible, entonces para ello se realiza

capacitaciones del personal. Una vez implementado esta política o filosofía de trabajo se pudo apreciar que la tasa de eficiencia en las máquinas había subido en un porcentaje no tan despreciable paso de 74.84% a 66.68% teniendo un crecimiento del 8.16%.

El ingreso o la aplicación de nuevas filosofías en una organización es muy difícil pero esto en su gran mayoría depende de las cabezas, es decir de la gerencia y las jefaturas cabe resaltar que el mantenimiento productivo o en unos de sus pilares incluye que esto debe involucrar a todo el personal desde los operarios hasta la alta dirección.

CORONADO, José. Diseño del plan de mantenimiento para flota vehicular en empresa dedicada al rubro medio ambiental. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2016. 151pp

Objetivo de la investigación es diseñar e implementar el programa de mantenimiento con bases muy bien definidas que nos ayude asegurar la funcionabilidad de las unidades con óptimos niveles de eficiencia se documenta todo el registro de las unidades con sus sistemas subsistemas y componentes principales. Se diseñara procesos para poder realizar una planeación, control del mantenimiento y la ejecución de la misma con una base de datos en constante alimentación.

Después de implementar el programa de mantenimiento se puede concluir que habido un ahorro significativo en cuanto gastos por mantenimiento respecto al año pasado del 40% al 34% habiendo una disminución en los costos de mantenimiento de 9% en cuando a las paradas no programadas se han disminuido también del 24% al 15% teniendo como resultado una disminución del 9%. SE ha logrado gracias al programa a la detección de repuestos que presentan mayor fatiga que los otros en este caso se localizado al alternador como un repuesto de la máquina que necesita un constante mantenimiento preventivo entonces se llevará a un análisis el sistema eléctrico.

CALDERON, Patricia y ESPICHAN, Diana. Rediseño de procesos para una mejora del control, optimización de la productividad y reducción de los costos en el área de mantenimiento de la empresa de gases industriales AGA S.A. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. 145pp

El objetivo de la investigación es a través de la reducción de los costos operativos aumentar la productividad y para proponer el tubo que estudiar y plantear actividades para el mantenimiento en el área de envases. Esta investigación de la línea experimental. Con los datos previos al inicio de la implementación de 37 unidades de muestra se concluye la investigación con un resultado óptimo de productividad se implementó la automatización de cierto procesos donde gracias a esto se disminuyó en un 14% el ciclo del proceso y se redujo en un 43% el tiempo de las actividades de encimado. Muy aparte de esta área también se aumentó en un 226% la capacidad de la planta con el remplazo de una máquina que a su vez redujo el proceso en un 61%. Se tiene que tener en cuenta que al modificar una planta con tecnología y remplazando la tecnología obsoleta se puede lograr optimizar tiempo, ciclos de producción aumentar la productividad la eficiencia entre otros.

CAVALCANTI, Migdaliz. Adaptación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana e Ciencias Aplicadas, 2006. 116 pp.

El objetivo de la investigación fue lograr objetivos trazados a través de la implementación del mantenimiento productivo total para corregir los problemas de productividad, el exceso de averías en los equipos trayendo consigo un alto costo de mantenimiento y la mala calidad de los productos se quiere disminuir las paradas de maquina reducirlo al 10% por año en el caso de las paradas por fallar mayores y por las menores se pretende la reducción del 20% anual, mejorar confiabilidad y la mantenibilidad en general del equipo a un 15% por año, minimizar la merma de materiales a un 30 % por año, lograr el mantenimiento autónomo de 30% en 2 años y finalmente lograr un 10% en la reducción de costos en la producción.

Se puede concluir de la investigación que el personal que no pertenece al área de mantenimiento se desliga y no se involucra con la nueva filosofía pensando que solo pertenece al área de mantenimiento y todas las mejoras que se consigue serán para el área de mantenimiento. Se tiene que tener en cuenta que al implementar el OEE uno de los indicadores principales del TPM no va a direccionar a un 100% la efectividad se tienen que plantear siempre metas de superación cada vez mayor, en teoría al implementar el sistema se pretende alcanzar un 20% de mejora

entonces para el otro año se podría pasar al 22% y el siguiente año un 25% se tiene que llegar de esta manera a una situación rentable para la empresa en un buen nivel en comparación a las demás empresas de su rubro.

LEANDRA, Natalia. Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional. Tesis (Título de Ingeniero en Alimentos). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2013. 119pp.

El objetivo de la investigación fue la implantación del Mantenimiento productivo total, TPM en dos líneas de producción que corresponde a chicle masticable sin azúcar y el otro chicle hinchable con azúcar. Poner en práctica el mantenimiento autónomo, lograr la estandarización de los procesos, reducir los productos no conformes, frecuencia de fallas y reclamos. Después de un análisis y verificar un cuadro estadístico de la empresa se aprecia que el reclamo por mal producto de parte del cliente es el que arroja una estadística mayor que las otras causas de inconformidad en el sistema representando el 86.66% de reclamos.

Se puede concluir respecto a la implementación del paso 5 del mantenimiento que se logró reducir la cantidad de productos no conformes y fallo en los procesos. Los productos no conformes en la línea 1 se redujo la cantidad inicial en un 57% y en la línea 2 en un 82%, la falla de procesos la línea 1 se redujo de 7.702 a 2.631 representando un 54%, en la línea 2 se bajó de 2.117 a 2.070 representando un 2% no representa un porcentaje tan amplio como en la línea dos pero se logró bajar. Los reclamos en la línea 1 se redujo el 100% dándonos como resultado 0 reclamos lo mismo sucede en la línea 2. En cuanto a los reprocesos la línea 1 disminuyó en 48% y en la línea 2 se redujo al 100% de los valores iniciales. La variación de medida en la línea 1 de 716 pasó a 625 con una baja de 13% y en la línea 2 se superó el porcentaje de 155 pasando a 209 con un 27% de baja.

La implantación trajo consigo resultados favorables a la empresa y con la ayuda de herramientas se logró detallar todos los logros que se tuvo, no se disminuyó el porcentaje como se esperaba como en el caso de fallo de procesos que se redujo un 2% pero se tuvo una reducción.

ARANA R., Luis Mejora de productividad en el Área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad San Martín de Porres, Facultad de ingeniería y arquitectura. 2014, 251 pp.

El objetivo fue la satisfacción del cliente lograrlo a través de la eliminación de PNC (producto no conforme) todo esto con la implementación de del ciclo de Deming. La Investigación es de tipo experimental, Gracias a la data que consiguió pude realizar un calcula de tiempos esto facilito para poder usar el ciclo de Deming

Se puede concluye que después de haber hecho una inversión; monetaria de valor considerable en cuanto a maquinarias y la aplicación del ciclo de Deming que se justificó en el contraste de costo - beneficio es decir cuánto invierto para ganar una cierta cantidad; tanto la productividad como la efectividad en la maquina se ha incrementado. La compra de las maquinas con tecnología relativamente de última generación ha hecho que los tiempos disminuyan de 2 horas con 24 minutos a 1 hora con 54 minutos esto representa un 15.68% de incremento, esto ha hecho que la razón de la productividad general aumente en un 1.01% en diferencia al inicial y en cuanto a la efectividad gracias a la dato que se tomo pudo calcular la efectividad que alcanzo después de a ver implementado que ha sido un 80% respecto al inicial.

GOMEZ Oscar Y GUALDRON Roberto. Herramientas de productividad aplicadas al mejoramiento de procesos en un laboratorio farmacéutico. Tesis (para Maestría Ingeniería Industrial con Énfasis en Operaciones, Logística y Cadena de Abastecimientos). Santiago de Cali: universidad ICES. 2013, 93 pp

El objetivo de la investigación es lograr la satisfacción del cliente a través de la implementación de diversos métodos que ayuden a mejorar su productividad métodos como SMED para mejorar la forma de trabajo previo al envío y la limpieza, teoría de restricciones para evitar las paradas no programadas, Método taguchi para la estandarización de procesos. La investigación resalta la problemática que se tiene y es que la sobreproducción está trayendo perdidas e incumplimiento plazos de entrega la saturación se incrementó de 0.45% a 16 en el producto A y en el producto B de 10.4% a 16%.

Se puede concluir que después de haber hecho un proyectado en un inicio de implementar todas las metodologías de trabajo posible que ayuden a satisfacer la demanda del mercado,

considerándose un 30 % en los productos A y B como proyectado solo se logró un 22% tanto en el producto A como en el producto B, es porcentaje considerable teniendo en cuanto que se tenía una sobresaturación de órdenes de compra por parte de los clientes.

FERNANDEZ Consuelo y VERACIERTA David. Mejora a la productividad de las líneas de producción de una empresa de fabricación de cosméticos para bebés y productos farmacéuticos. Tesis (Título de Ingeniero Industrial).Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, 2005. 148pp.

El objetivo de la investigación es aplicar los métodos para poder reducir la tiempos a aumentar su productividad que no está bien por la falta de data, por los tiempos muertos que existen o por el desconocimiento de la capacidad instalada que no ayudan hacer un buen análisis y proponer soluciones viables desde todos los puntos de vista. En la siguiente investigación no se realiza experiencias solo simulaciones para poder ver los resultados que arrojaría la implantación sin tener que invertir tiempo ni dinero factores que se verían involucrados. Después de haber aplicado los métodos de ingeniería de procesos para poder simular la implantación podemos concluir que después de implementar una línea de procesos automatizados se lograría una incremento del 6.3 % de producción. También se reduce los tiempos de paradas de producción de 18.96% al 12.95% y la adquirió de una herramienta en sistema podría optimizar hasta 8 horas-hombre de trabajo. Se trata de una investigación para aumentar la productividad en base a implementación de infraestructura y nuevas políticas de trabajo todo con la ayuda de simulares esto ara buscar la fiabilidad de la implementación de la propuesta.

TORRES, MARIA. Reingeniería de los procesos de producción artesanal de una pequeña empresa cervecera a fin de maximizar su productividad. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Pontifica universidad católica del Perú, 2014. 116pp.

El objetivo de la investigación la aplicación de la reingeniería para incrementar la productividad reduciendo la falta de stock y pérdidas por temas de botellas defectuosas. Se ha identificado las ventajas y desventajas de la reingeniería.

Se concluye de la investigación que al aplicar la reingeniería a los procesos se eliminaría la rupturas de stock, la eliminación de los productos defectuosos al cambiar la maquinaria obsoleta que existe, también se propone cambiar la ergonomía de trabajo y la aplicación de programas de mantenimiento preventivo a las maquinas. Como se mencionaba se a eliminado los productos



defectuosos por este motivo se ha elevado al productividad y el tiempo ha disminuido de 23.8 minutos a 17.4 minutos cabe resaltar que esta investigación no se ha experimentado o puesto en práctica solo se ha hecho simulación. El van es una de las herramientas que se ha utilizado para pronosticar que tan viable es la implementación de esta nueva política dando resultados positivos (VAN de S/.67,106.78>0, la TIR de 35% >COK y B/C >1)

REAÑO, Raúl. Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el Molino Latino S.A.C. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015. 131pp.

A través de una encuesta a unos 20 trabajadores y al jefe de planta el autor identificara el problema y las probables causas de la organización, después de esto aplica la herramientas que nos sirven para poder hallar las causas y efectos como es la lluvia de ideas para ayudar a completar el proceso de la encuesta luego de esto se clasificara con el método de las 6 M en diagrama de pescado, después de este análisis como último paso tendremos el diagrama de Pareto con el cual se determina que existe un cuello de botellas en el proceso de secado, una falta de organización en el almacén, la inexistencia de los implementos de seguridad básicos.

Después de tener claro cuál era la causa-efecto se implementó el programa propuesto, por 6 meses en la línea de producción y con la ayuda de las herramientas de medición de la productividad se logró el control y seguimiento no obstante también se compró un máquina de secado y con el apoyo de filosofía japonesa 5's y el implemento de la gestión del mantenimiento se logró los siguientes resultados.

La productividad aumento en un 59.95% en comparación a los resultados obtenidos antes de la implementación y lo que en producción representa unos 6500 kilogramos por hora también con esto se logra medir la eficiencia que se da en un 96.15% con la nueva productividad. Se logró pronosticar que al comprar una maquina nueva podemos mejorar en un 14% de productividad en cuanto a la materia prima se refiere.

### 1.3 Teorías Relacionadas al tema

#### 1.3.1 Mantenimiento productivo total TPM

##### 1.3.1.1 Definición

Casi la mayoría de los autores siempre llegan a una misma definición aunque utilizando su propia definición, pero siempre al mismo punto.

Para MANDARIAGA (2013) El TPM se caracteriza por llevar a los equipos a lo más alto de su eficiencia que sería el OEE, también evaluara el coste que tiene en todo el ciclo (LCC, LIFE CYCLE COST), involucrando a todos los departamentos como producción, mantenimiento, Ingeniería de Planta, Ingeniería de procesos, Calidad (p.90).

Mientras que GÓMEZ (2010) Nos explica un poco los términos de forma más detallada para entender mejor "El Termino TPM tienen los siguientes enfoques: la letra M nos hará referencia a todo lo que tenga que ver con management y mantenimiento. Es una forma de orientar de ver a donde se va y de transformar a la compañía. Por otro lado la letra P significa la producción la productividad muy a pesar de esto también se le relaciona con perfeccionamiento un término mucho más amplio. La letra T que hace referencia a total es decir a todas las actividades que realizan todas las personas dentro de la empresa. El TPM es método de trabajo que implica una cadena de actividades en orden el cual después de estar implementado nos darán como resultado una mejor competitividad a la organización industrial o de servicios. Se dice que es una estrategia debido a que elimina de forma sistemática las deficiencias de los sistemas operativos y crea capacidades competitivas. El TPM al implementar lo que más resaltara será la competencia y es por ello que se diferenciara de las demás esto se verá reflejado en la reducción de costes, mejoras en los tiempos de respuestas, fiabilidad de suministros, calidad de servicio y/o los productos finales".(p. 3).

Para CÁRCEL (2014) La definición de TPM está bajo metas y filosofías de trabajo tales como maximizar la eficiencia en el equipo, que este tenga desarrollado su mantenimiento de por vida, abarcar a todos los departamentos que se relación con el equipo sea de forma directa o indirecta. Para la implementación del TPM, se tiene que involucrar desde la gerencia hasta los operarios, promover el TPM a través de motivaciones, también nos dice que el TPM es una filosofía de mantenimiento que tienen como principio eliminar pérdidas en producción debido al estado de

los equipos, o que los equipos tengan mayor disponibilidad así explotan su mayor capacidad productiva sin ocasionar parada de máquinas (p. 128).

Según CUATRECASAS y TORRELL (2010) Es la más actual versión de la gestión del mantenimiento que implica el mantenimiento tradicional por parte del área correspondiente ( mantenimiento preventivo y correctivo), también incluye al área de producción ( el mantenimiento autónomo y productivo )está al unirse será la gestión de mantenimiento productivo total (p. 669) también el autor nos hace referencia a las novedades del TPM Con lo siguiente ¿ qué hay de novedoso en el TPM que ha dado lugar a nuevas gestiones de mantenimiento y le ha dado la gran importancia que ahora tiene?. El pensamiento que se tenía años anteriores era producir más con los recursos mínimos es que el área de producción se encargaba de ello desligándose del mantenimiento que se encargaba un exclusivo departamento, la filosofía cambio a partir de esto el TPM se apega y nos dice que las personas de producción también se ocupan del mantenimiento de los equipos que están utilizando y no solo esto si no también la prevención de fallas, será más eficiente realizar un mantenimiento correctivo y preventivo reduciendo los costos al departamento de producción. TPM se apega a esa política de que nadie más que el propio operario para conocer su equipo es decir que puede detectar cualquier anomalía durante el proceso de producción y realizar los chequeos correspondientes (p. 170-171).

CUATRECASAS (2012) Nos dice que el objetivo del TPM es llevar a lo máximo posible la eficiencia del equipo de producción y lograr con la participación de todos los miembros de la empresa cero averías, cero defectos y cero accidentes. La maquinaria y el personal deben de trabajar en total armonía apegados a la eliminación total de las averías y defectos. Entonces lo que podemos definir es que se tratara de racionalizar la gestión de los equipos que forman parte del proceso productivo, de esta forma se optimiza el rendimiento y la productividad de los sistemas.(p. 671)

#### 1.3.1.2 Inicios y evolución del mantenimiento productivo total

CÁRCEL (2014) Nos dice que los inicios nacen como tal en Japón precisamente en el Institute of plant maintenance (JIPM) en 1971, con el objetivo de eliminar las llamadas seis grandes

pérdidas que implica la producción. Otro de los objetivos del porque nace es también para facilitar la implantación del "Just in time" o justo a tiempo(p.128).

GÓMEZ (2010) Nos menciona que el TPM ingreso a Japón junto a ideas como el ciclo de DEMING, el control de la calidad, y otros conceptos y/o políticas de managemet de america del norte. Cabe la posibilidad que el TPM haya sido influenciado por el desarrollo del modelo company quality control o Total Quality Management. En la década de los sesenta se adoptó el concepto de kaizen que nos decía que el mantenimiento no solo era que se tenía que corregir las averías, si no que se tenía que mejorar la fiabilidad de los equipos (p.7)

Por otro lado GÓMEZ (2010) nos dice respecto al nacimiento del TPM lo siguiente TPM nació en una empresa del sector automovilístico Nippondenso Co., Ltd., en 1961 introduce a la compañía esta idea. A partir de 1969 se pude ver los resultados cuando se instala procesos automatizados, donde la fiabilidad jugaba un papel importante. Su nombre inicial fue " Total member participation PM". El Japon Institute of plant maintenance Apoyo a ayudo a desarrollar el modelo de manteamiento a la compañía Nippodenso, después de todo el desarrollo del mantenimiento en los años posteriores esta empresa recibió el premio PM (Mantenimiento Productivo). En los 80' como parte del TPM se introduce el mantenimiento basado en tiempo (TBM), también el mantenimiento centrado en la confiabilidad que ayudo a las acciones preventivas (p.7).

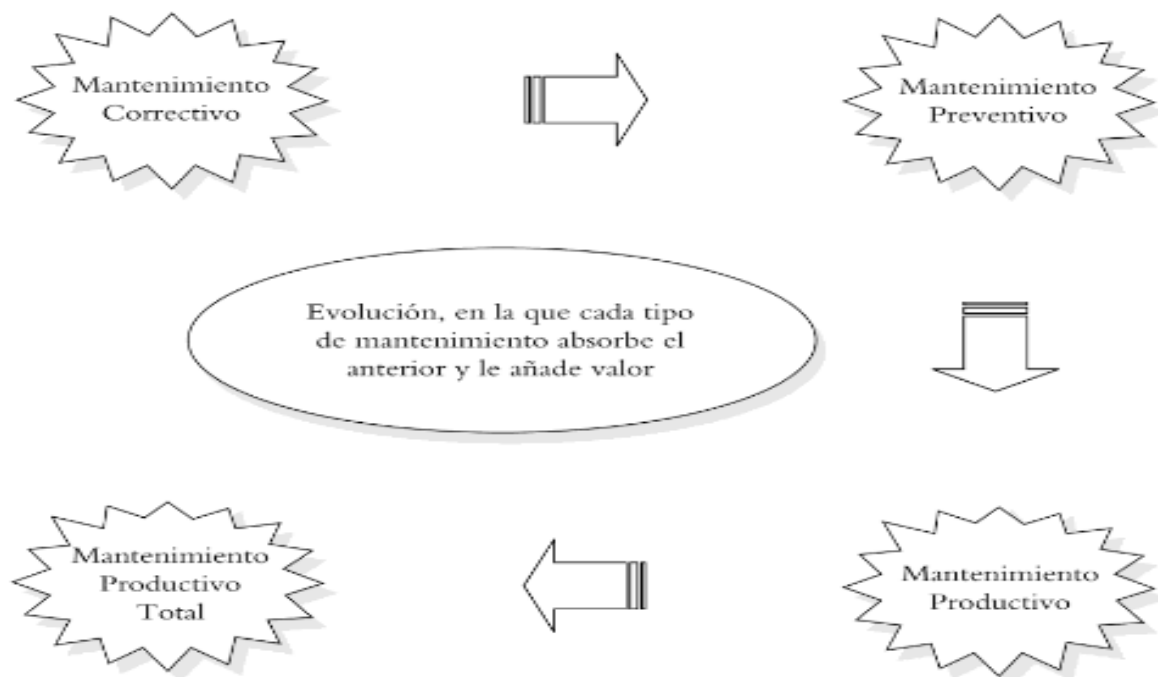
Para CUATRECASAS y TORRELL (2010) Ya en el año 1925 se hablaba de mantenimiento preventivo para evitar averías en los equipos de producción, no es hasta los años cincuenta específicamente en 1961 que el mantenimiento preventivo se introduce en Japon procedente de EE.UU. se buscaba la rentabilidad detectando antes que sucediera la falla en los equipos. La empresa General electric defendía desde 1954 la nueva era del mantenimiento (Mantenimiento Productivo "PM") que en los setentas ingresa al desarrollo del mantenimiento. Se trataba un avance significativo respecto al mantenimiento preventivo, ya que sin descuidar la mantenibilidad ni la fiabilidad se podría realizar un programa de mantenimiento para equipo de por vida.

El mantenimiento productivo total no nació como tal si no fue evolucionando a partir de la adaptación de lo que ya existía en EE.UU. por parte de los japonés, es decir el TPM fue

evolucionando con los años a partir de premisas como nos explica Cuatrecasas y Torrell (2010) El Mantenimiento Productivo Total Comienza en los setenta, viene con conceptos innovadores es ahí donde se escucha hablar del Mantenimiento Autónomo, este tipo de mantenimiento involucra a todos los empleados desde la gerencia hasta los operarios con una cultura propia que eleve la moral del personal y estimule el trabajo en equipo, este mantenimiento se lleva a cabo por el encargado de la maquina es decir el operario. Será el momento en que el mantenimiento autónomo ingrese como parte fundamental del TPM dando el equilibrio absoluto de los mantenimientos gestionados por el personal de producción y el de mantenimiento (p.29).

Para poder apreciar mejor nos presenta un gráfico CUATRECASAS Y TORRELL (2010).

Figura 9 : Diagrama de la evolución del mantenimiento

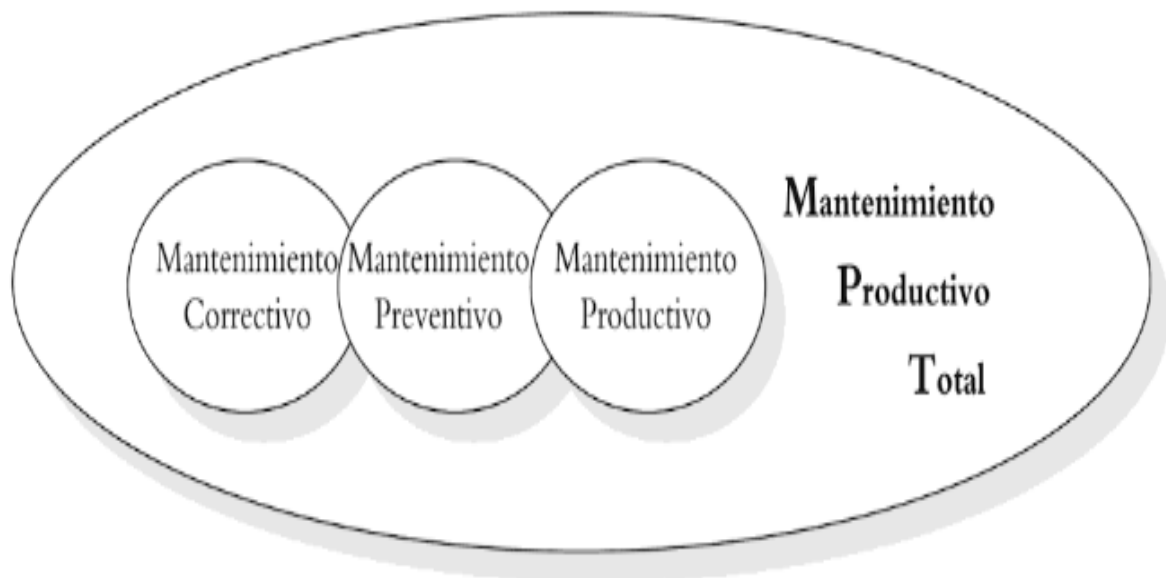


Fuente: Cuatrecasas y Torrell (2010)

En la figura 9 Podemos apreciar una clara descripción de la evolución del mantenimiento, siendo el punto de partida el mantenimiento correctivo dio origen al preventivo luego al productivo y finalmente llego el mantenimiento productivo total durante todo este proceso hubo adaptación y paso muchos años para poder entender esta nueva filosofía y lograr apartir de esto nuevos logros y es como muchos coinciden que TPM ha sido punto de partida para otro tipo de mantenimiento basados en costos, en calidad etc.

Si todavía no se entiende muy bien la figura 9, muestran otra ilustración CUATRECASAS Y TORRELL (2010).

Figura 10: Diagrama Mantenimiento Productivo Total



Fuente: Cuatrecasas y Torrell (2010)

En la figura 10 vemos la integración de las etapas de evolución del mantenimiento productivo total hasta llegar a su fase final donde nace la filosofía de la mejora continua kaizen, donde cada etapa significa el inicio de otro mantenimiento basado en el tiempo y condiciones, esto es el inicio de otra etapa que no quedara en TPM si no dará inicio a otro y como todo se enfocará en una nueva filosofía, y tomará otro nombre.

#### 1.3.1.3 Objetivo del Mantenimiento Productivo total

Para CUATRECASAS Y TOTTELL (2010) el Objetivo principal del TPM es llevar a su máxima eficiencia y rendimiento, la organización productiva con la correcta gestión de los equipos. El TPM se concentrará en la eliminación de tiempos muertos, la minimización de todo los defectos que derivan de los procesos donde están implicado los equipos, es decir se eliminaran o se reducirán las seis grandes pérdidas (falla de equipo, ajuste de máquina, las fallas menores reducida velocidad de operación, defecto al momento de la producción, Tiempo muerto (p.45).

CUATRECASAS Y TORRELL (2010) también nos hablan de lo que debería hacerse para la implantación del TPM. Las actividades que comprenderá la implantación del TPM serán: El incremento de la calidad y el ciclo de la vida de los equipos, se establece en el propio puesto de trabajo el mantenimiento autónomo, el área de mantenimiento reordenará las tareas con el objetivo de la prevención, la optimizada gestión del mantenimiento preventivo y correctivo, mejora el mantenimiento y la funcionalidad de los equipos.

Para GÓMEZ (2010) Los objetivos tienen diferentes dimensiones pueden ser objetivos estratégicos, objetivos operativos, objetivos organizativos.

Objetivos estratégicos.

Las capacidades competitivas son las que se desarrollan en el TPM, tales como operaciones de la empresa, mejoras para la efectividad de los sistemas productivos, capacidad de respuesta y flexibilidad, reducción de costes operativos y conservación del conocimiento.

Objetivos Operativos.

En la parte operativa el objetivo es que las máquinas operen sin averías ni fallas de esta manera se elimina toda clase de pérdidas, aumentar la fiabilidad y trabajar con los valores de su capacidad instalada.

Objetivo Organizativos

El ambiente de trabajo será creativo, productivo, seguro donde el trabajador se sienta a gusto trabajando, esto se logra fortaleciendo el trabajo en equipo, incrementando la moral del trabajador creando un espacio donde las personas aporten lo mejor de sí (p. 4).

#### 1.3.1.4 Las 6 grandes pérdidas

Para Cuatrecasas (2012) el objetivo de un sistema es que sus equipos funcionen de forma eficaz por un tiempo prologando lo más que se pueda. El objetivo fundamental del TPM será clasificar, detectar y eliminar los principales factores que merman las condiciones óptimas de los equipos. Las principales razones por las que no se logra elevar el nivel de eficiencia global en los equipos son seis. Se agrupan en tres categorías teniendo en cuenta el tipo de merma que puede ser dentro del proceso productivo (p.676).

Figura 11: Las seis grandes pérdidas y sus agrupaciones



Fuente: Cuatrecasas (2012)

En la figura 11 podemos apreciar los grupos de las pérdidas y los efectos que tendrá sobre cada uno de ellos. En la figura 11 podremos ver la clasificación su característica y su objetivo.

Figura 12: Clasificación de las seis grandes pérdidas y sus características.

Tipo	Pérdidas	Tipo y características	Objetivo
<b>Tiempos muertos y de vacío</b>	<b>1. Averías</b>	Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas, de los equipos	Eliminar
	<b>2. Tiempos de reparación y ajuste de los equipos</b>	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
<b>Pérdidas de velocidad del proceso</b>	<b>3. Funcionamiento a velocidad reducida</b>	Diferencia entre velocidad actual y la de diseño del equipo. Mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño
	<b>4. Tiempo en vacío y paradas cortas</b>	Intervalos de tiempo en que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios	Eliminar
<b>Productos o procesos defectuosos</b>	<b>5. Defectos de calidad y repetición de trabajos</b>	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos	Eliminar productos y procesos fuera tolerancias
	<b>6. Puesta en marcha</b>	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas	Minimizar según técnica

Fuente: Cuatrecasas (2012)



En la figura 12 nos muestra la deficiencia para cada una de las citas perdida y su objetivo. La meta del TPM como ya se había mencionado será eliminar o en su defecto minimizar las seis grandes pérdidas. Este es un cuadro mucho más completo que la figura 10 donde nos especifica con más detalles.

#### 1.3.1.5 Pilares del TPM

Para GÓMEZ (2010) " Para el japan institute of plan maintence los procesos primordiales han sido denominados pilares estos servirían de apoyo para para los procesos de producción ordenada (p.9).

##### Kobetsu kaizen (Mejoras enfocadas)

“Esta actividad se realiza con la participación de todos los involucrados en el sistema productivo con el único propósito de elevar al máximo la efectividad global de equipos, plantas y procesos, se lograra con el trabajo en equipo empleado mitologías puntuales y centrándose en la eliminación de las 16 perdidas existentes en las plantas industriales (Gómez, 2010, p. 9).

##### Jisbu Hozen (mantenimiento Autónomo)

“En el sistema TPM una de las principales actividades es la participación del personal de la parte de producción participa en el mantenimiento, convirtiéndose este en la parte fundamental de la mejora de la productividad. El objetivo es cuidar y preservar al equipo por lo que con capacitación y mayor preparación el operario estará listo para el cuidado de su equipo esto muy al margen del orden la limpieza y desorden del área de trabajo. El mantenimiento autónomo implica que el operario tenga conocimiento de todo lo que tenga que ver con su equipo es decir mecanismos, cuidados averías aspectos operativos, etc.

Todo esto con la finalidad que el operario tenga la capacidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el primera etapa del mantenimiento para posteriormente involucrarse en procesos de mantenimiento más complejos (Gómez, 2010, p. 9).

##### Mantenimiento progresivo o planificado

El objetivo principal de este es que a través de acciones de prevención predicción y acciones de mejora se elimine los problemas de equipamiento. Par una buena gestión del mantenimiento se

deben tener en cuenta la base de datos y la obtención de información por este mismo medio, la capacidad de programar los recursos y motivación hacia el personal que se encarga de estas actividades(Gómez, 2010, p.10).

#### Hinsbitsu hozen (Mantenimiento de calidad)

Este tipo de mantenimiento se basa en mejorar la calidad del producto de esta forma reduce la variabilidad mediante el control de las condiciones del equipo estos a su vez tendrán un impacto en la calidad misma de producto. Se puede decir que hay pérdida cuando la máquina para y deja de producir, no necesariamente será así ya que la máquina puede producir pero cambiando las características y la calidad del producto ocasionando pérdida. Este tipo de mantenimiento es preventivo, enfocado en el cuidado de las condiciones del producto final (Gómez, 2010, p. 10).

#### Prevención de mantenimiento.

Este tipo de mantenimiento se realiza cuando se está diseñando y poniendo a punto la máquina con la idea de aminorar costos durante el uso. Al momento de comprar el equipo el adquiriente puede valerse del historial del comportamiento pudiendo este detectar y realizar mejoras en el diseño de esta manera se podría reducir las averías o en tal caso las causas de estos. El buen uso de la data de comportamiento de la frecuencia de averías y reparaciones serviría de apoyo a la prevención del mantenimiento el cual se fundamenta en la teoría de fiabilidad (Gómez, 2010, p.10)

#### Mantenimiento en áreas administrativas.

Cuando se habla de este mantenimiento el área de producción nos ve involucrado. Las áreas como desarrollo, administración y planificación no están directamente relacionadas con la producción, pero ofrecen su apoyo para que el sistema productivo funcione de manera eficiente a través de la información que proporcionan (Gómez, 2010, p.10)

#### Desarrollo y entrenamiento de habilidades de operación

Este es el desarrollo a través de la experiencia acumulada del trabajo diario durante un buen tiempo. La habilidad es la forma como actúa e interpreta una persona las condiciones de trabajo para el buen funcionamiento de los procesos (Gómez, 2010, p.10)

Las personas tienen que desarrollar una serie de habilidades en cual Gómez (2010) nos menciona.

- " la habilidad de detectar falla en los equipos
- Entender el funcionamiento de los equipos.
- Comprender la relación de los mecanismos del equipo de trabajo y la calidad del producto.
- Tener la capacidad de analizar, resolver los problemas y entender los procesos.
- La habilidad de poder enseñar a su equipo de trabajo y conservar el conocimiento.
- Capacidad para poder relacionarse de forma óptima con otras áreas que están involucradas en los procesos(p.11)

Seguridad, higiene y medioambiente

Se ha comprobado que en la misma proporción de paradas pequeñas suceden los accidentes, también hay que tener en cuenta que mientras más se pone énfasis en los riesgos se mejorará la salud y seguridad (Cárcel, 2014, p.130)

#### 1.3.1.6 Overall Equipment Effectiveness OEE

Para MANDARIAGA (2013) el OEE es indicador principal del TPM midiendo la eficiencia global de los equipos el recurso disponible será el tiempo planificado de un equipo de producción (p.5)

Mandariaga (2013) habla ampliamente del OEE y también enseña a calcularlo.

$$OEE\% = \frac{T \text{ Efectivo( variable)}}{T \text{ planificado (fijo)}}$$

Esta fórmula nos dará el porcentaje de la efectividad por medio de la diferencia de los tiempos tanto efectivos como planificados, TPM lo que busca es eso maximizar los resultados persiguiendo minimizar las pérdidas (Mandariaga,2013, p.5)

$$T \text{ Efectivo} = T \text{ Planificado} - \text{Pérdidas}$$

MANDARIAGA (2013) Habla de la perdida de disponibilidad, rendimiento y calidad, nos da una visión y una formulas generales que nos servirá para poder calcular el tiempo disponible y la perdida de rendimiento esto a continuación.

Pérdida de Disponibilidad:

$$T \text{ Disponible} = T \text{ Planificado} - \text{Pérdidas disponibilidad}$$

Restamos la perdida de disponibilidad al tiempo planificado nos dará como respuesta el tiempo disponible. La pérdida de disponibilidad es cuando una maquina esta para sea por cualquier razón tales como avería, cambio de refacciones, o algún inspección no programada( Mandariaga,2013, p.5)

Pérdida de Rendimiento:

$$\text{Perdida Rendimiento} = T \text{ Disponible} - T \text{ funcionamiento Neto}$$

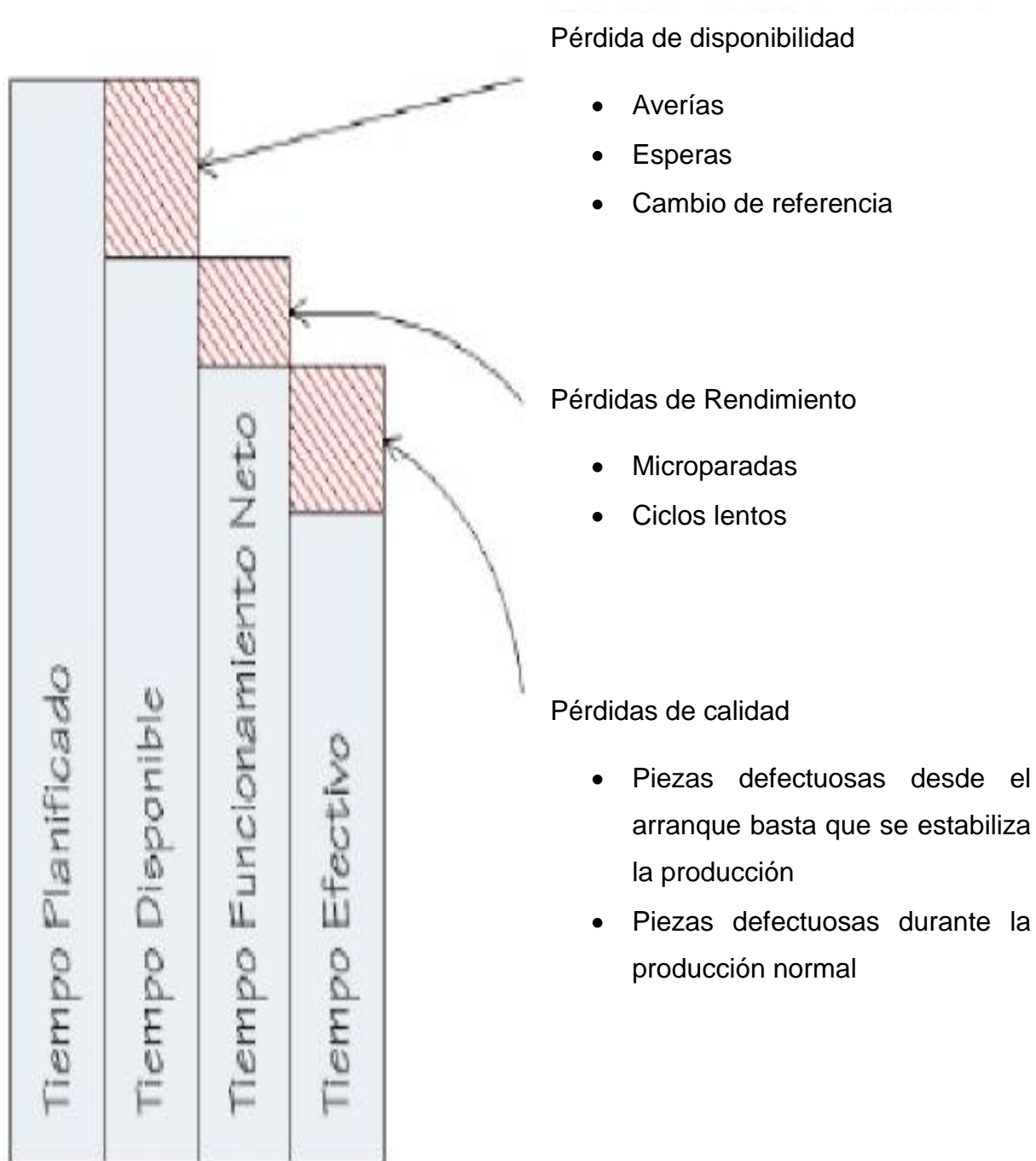
la perdida de rendimiento es cuando la maquina hace una microparadas o tiene ciclos muy lentos. La pérdida de rendimiento se obtienen solo gracias a los medios técnicos que nos ayudan a tomar la información electrónica de la tarjeta del equipo, pero si es que no contamos con ello también hay forma de calcularlo así sea de forma indirecta ( $T \text{ funcionamiento Neto} = \sum: N^{\circ} \text{ Piezas} \times T \text{ Ciclo estandar}$ ) (Madariaga, 2013, p.5)

Pérdida de Calidad

$$T \text{ efectivo} = T \text{ Funcionamiento Neto} - \text{Perdida calidad}$$

“Será el tiempo que pierde la maquina al fabricar piezas defectuosos esto será desde que empieza la maquina a trabajar hasta que estabilice la producción, a esto se le suma el tiempo perdido por fabricar piezas defectuosas durante la producción normal ( $\text{Perdida de calidad} = \sum: N^{\circ} \text{ Piezas NOK} \times T \text{ Ciclo estandar}$ )”(Madariaga, 2013, p.6)

Figura 13: Resumen de los tiempos y las pérdidas



Fuente: Madariaga(2013)

En la figura 13 se puede ver que en el tiempo disponible hay un porcentaje de pérdidas de color rojo que implican las averías los tiempos de espera los cambios de turno en el caso del rendimiento también que se transforma a funcionamiento de tiempo neto con las microparadas

y los ciclos tenemos por otro lado el tema de calidad también se hace presente con porcentaje de fallas, esto se traduce al tiempo efectivo donde las piezas defectuosas durante la producción normal y las que se realizan desde el arranque hasta la estabilización de la producción. Podemos concluir que la de todo el tiempo que se dispone solo se contarán con las efectivas que se supone tienen que ser de mayor porcentaje que las de las fallas, todos los tiempos brutos van a ser restados por las pérdidas, entonces lo óptimo sería reducir a lo máximo esas pérdidas.

### 1.3.2 Productividad

#### 1.3.2.1 Definición

Para CARRO Y GONZALES (2012) La productividad será la mejora de los procesos productivos esto será una comparación significativa entre la cantidad de los que se utiliza y la cantidad de servicios o bienes que se han de obtener. Entonces podremos decir que la productividad es el índice que relaciona lo que se produce por un sistema (Las salidas, productos o servicios) y lo que se utiliza para producirlo como entradas o insumos (p. 1)

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Ingreso}}{\text{Salidas}}$$

la medición de la productividad Para CARRO Y GONZALES (2012) muchas veces se da de manera directa cuando se hay una medición de toneladas por hora hombre o quizá la cantidad de energía que se va a necesitar generar para una 1 kw, pero no en todos los casos se da así de manera directa hay acepciones como:

La cantidad de insumos y salidas puede permanecer pero las especificaciones del producto puede cambiar este es un claro ejemplo en las televisiones antiguas y las actuales ambas emiten señal pero tienen características singulares cada uno.

Las actividades externas pueden variar la productividad en este caso no necesariamente tuvo que ver el sistema. Por ejemplo un sistema de electricidad confiable puede hacer que la producción aumente su productividad siendo en este caso la electricidad el elemento externo.

De esta manera se va dando lo complicado en cuanto a la precisión de las unidades. Este es el caso de un estudio jurídico donde no todos los casos son iguales siempre tendrán alguna variable

que hará muy difícil estandarizar así podemos optar por casos por hora de mano de obra o por casos por empleado (P. 2)

Según TORO (2010) La productividad es la relación de lo que realmente se utiliza en las entradas sobre los volúmenes que se produce, esto teniendo en cuenta una teoría donde menciona que mientras menos consumas de las entradas que tienes o mientras más provecho saques del producto final o el volumen que tienes, el resultado de la productividad será mucho mayor. Los economistas coinciden en que mientras más sea tus ganancias en productividad mejor será tú estándar o calidad de vida. La productividad analizara dos aspectos de la relación entre cantidades y volúmenes y estos son:

- Cuanto insumo ha sido utilizado para producir un número determinado de bienes.
- Si es de calidad la mezcla de insumos que se han empleado para producir un número determinado de bienes (P.348)

Para BRAVO (2014) La productividad tiene un concepto más general y a nivel nacional nos dice que la productividad incluye eficacia y eficiencia los dos a la misma vez en su totalidad dice también que es un aspecto extremadamente positivo.

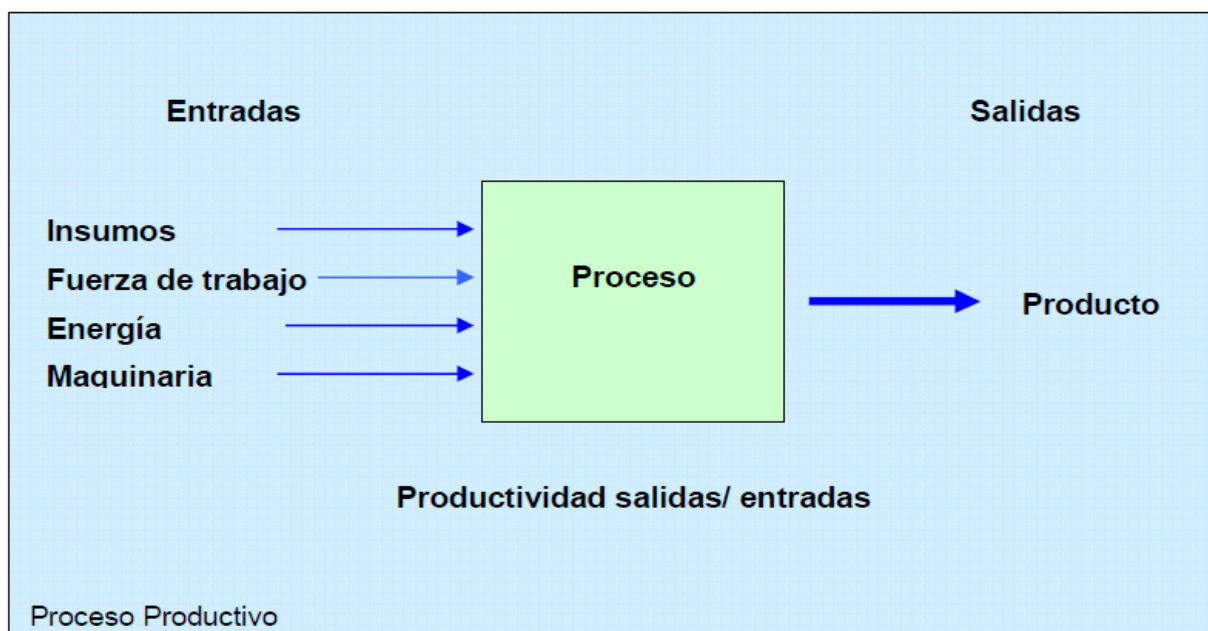
La productividad ayudara a emerger como país desarrollado superando la pobreza dándonos mayor calidad de vida y nuevas oportunidades.

Para BARRERA (2006) Se podría decir que la productividad es la porción de entradas y de salidas, es decir la relación de la producción de proceso y todo lo que se necesitó para lograr la producción de dicho proceso, pero para ello nosotros tenemos que definir una unidad de medida y saber cuáles son las salidas y las entradas de una determinado proceso.

Una vez definido los factores de relación en el cual se quiera hacer la medición de productividad y se tenga las unidades de expresión, es decir si la relación de da entre Ton/km o Ton/hh la productividad será relacionado con la mano de obra o la energía, así de esta manera se podría realizar con cualquier unidad de medida con el cual hallaremos la productividad.

El indicador puede evaluar cualquier unidad del medida del proceso y se puede calcular en base a una de las dos relaciones, dependerá de lo que nosotros queramos (p.81)

Figura 14: Entradas, Proceso y Salidas



Fuente Barrera (2006)

La figura 14 Se puede ver como el autor indica las entradas y salidas en la que menciona insumos, fuerza de trabajo, energía, maquinaria y en las salidas pues como es evidente será el producto final y en el centro de estos se encuentra el proceso en el cual se transforma todo lo que ingresa en el producto final. Entonces se podría concluir que la relación que hay en la salida ( Producto final) y todo lo que se realizó para conseguirlo (entrada) será la productividad.

Para CRUELLES (2013) Es una relación cuantificado de dos magnitudes el cual medirá el aprovechamiento de estas magnitudes que afectaran al momento que realice el producto. Cuando es más nuestra productividad, menos es los costos de producción esto quiere decir que nuestra competitividad aumentara en el mercado. La productividad es un índice que mide la relación que existe entre lo que se ha producido y la cantidad de insumos que se han empleado al conseguirla (p. 2).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Factores}}$$

Se puede plantear la productividad de 3 formas:

Productividad total: Es la diferencia entre todo que se produce y todo que se empleó.



Producción multifactorial: Relaciona la producción final con algunos factores como trabajo y capital.

Productividad parcial: es la diferencia de toda la producción con un solo factor.

En la división de estos tanto la producción como los factores que intervienen tienen que tener una sola unidad en general son monedas (p.3).

#### 1.3.2.2 Expresiones de productividad

Dentro de la productividad hay muchas expresiones que se utilizan entre ellas CARRO Y GONZALES (2012) nos describen a continuación:

##### Productividad parcial y total

La productividad parcial es la que divide todo lo que se ha producida entre uno de los recursos que se utiliza.

$$\text{Productividad Parcial} = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Una Entrada}}$$

Por su parte la productividad total relaciona todo los recursos utilizados y todo lo que se produce

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Entrada Total}}$$

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Bienes o servicios Producidos}}{\text{Mano de obra + Capital + Materia prima + otros}}$$

##### Productividad valorizada y física

La productividad física será la división de la cantidad física a la salida y la cantidad que se necesitará para obtener dicha salida. Tanto las salidas como las entradas podrán estar en diferentes unidades de medida. La productividad física en general es utilizada por los técnicos y por producción. Por otro lado la productividad valorizado como ya de inicio el nombre nos puede llevar a intuir lo que significaría, este es lo mismo y se calcula de la misma manera que la productividad física con la única diferencia que la unidad de medida es monetaria, esta clase de productividad son utilizados en su mayoría por los economistas para comparaciones o cuando hay interés para cambiar los precios relativos.

### Productividad marginal y promedio

La productividad promedio es muy parecida a la productividad física entonces este será la división de la salida total del sistema y los recursos que se emplea para obtener esta salida mencionada. Este término es muchas veces mencionado o relacionado con el concepto parcial por eso hablar de parcial o promedio es igual con este será más fácil realizar comparaciones de la productividad de distintos sistemas de esta manera se analiza mejoras o pérdidas en el tiempo.

La productividad marginal desde el punto de vista económico es el incremento del valor agregado o producto de solamente una unidad más de ese factor, así podemos decir que será el incremento del producto que se logra al incluir un elemento más de trabajo esto se aplicará cuando tengamos que responder preguntas donde incluyan suponer de que pasaría con la productividad de la mano de obra si se aumenta la velocidad de la maquina o que pasaría con la productividad de la tierra agrícola si se aumenta 10 kg de fertilizante. Estas son las cuestionamientos que nos va ayudar a responder la productividad marginal (p. 3).

### Productividad bruta y neta.

La productividad bruta es la división entre el valor bruto de la salida entre la entrada dentro de este se considera todo los valor su ventaja será la facilidad de medir el índice.

La productividad neta es el valor agregado a la salida en esta productividad hay algunos valores que no se toman en cuenta tanto en la salida como en la entrada, también se le conoce como índice de valor agregado (p. 4).

#### 1.3.2.3 Niveles de productividad

Para BARRERA (2006) Los diferentes estatus de productividad se dan al combinar las entradas y salidas de diferentes maneras estos podrían ser los siguientes

- Aumenta la productividad cuando la salida aumenta y la entrada es la misma.
- Aumenta la productividad cuando la salida es la misma, pero la cantidad de entrada disminuye
- Se agrega la salida y en la misma medida aumenta la entrada, lo que aumentara será la producción mas no la productividad.

- Se quita una cantidad a las salidas y de esta misma manera la cantidad de insumos haciendo que baje la producción más no la productividad.

Lo que la productividad mide es la eficiencia que existe en el uso de los recursos con que se cuenta. Para aumentar la productividad se tiene que controlar las entradas evitando las mermas o desperdicios en el sistema de producción, entonces nos podríamos darnos cuenta de la productividad si a este se le suma o no en un valor agregado este es lo que se le da a un proceso de producción o en su defecto al producto final como convertir la leche en yogurt o las hidroeléctricas, todas las actividades que no tienen este fin de dar valor agregado se toman como un soporte o apoya a la organización. De igual manera estas actividades tendrán un ingreso y una salida en el cual se evalúa de forma independientes para lograr analizar y mejorar las eficiencias (p. 83)

#### 1.3.2.4 Eficiencia

Para CRUELLES (2013) La eficiencia es la relación entre insumos y producción, este buscará reducir los costos de los recursos en numeros estos significa la razon de la producción real entre la producción estándar esperada (P. 3)

CRUELLES (2013) Nos da un ejemplo Si la producción de una máquina fue de 100 piezas/hora mientras que la tasa estándar es de 140 piezas/hora, se dice que la eficiencia de la maquina fue de (p. 3)

$$71.42\% = \left(\frac{100}{140}\right) \times 100$$

Para CARRO Y GONZALES (2012) La eficiencia indica en cuanto es la utilización de la mano de obra y se puede expresar en la división de tiempos y cantidad de la producción.

CARRO Y GONZALES (2012) Nos da un ejemplo “ supóngase que un operario coloca etiquetas en una línea de producción; que el estándar sea de 75 unidades por hora y la cantidad colocada realmente, en un periodo dado, haya sido de 56 unidades por hora y la cantidad colocada realmente, en un periodo dado, haya sido 56 unidades por hora.

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Estándar}}$$

$$\text{Productividad Total} = \frac{56}{75} = \frac{48''}{64.29''} = 74.666\%$$

#### 1.3.2.5 Eficacia

Para CRUELLES (2013) La eficacia se enfocara en lo medios y de los fines se encargará la eficiencia. La eficiencia y la eficacia trabajan juntos por ejemplo un conductor puede no ser eficaz pero muy eficiente (p. 3).

Para GARCIA (2011) La eficacia es la división de lo que se logra en la producción y lo que establece se podría mencionar como las metas. La que indicara la eficacia será el resultado de la elaboración de un producto en un tiempo establecido.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Productos Logrados}}{\text{Meta}}$$

#### 1.3.2.6 Factores de la productividad

Para TOALA, ALVAREZ, OSEJOS Y QUIÑONEZ (2017) Los factores que afectan a la productividad se clasifican en externas e internas

Factores internos: Los que se pueden controlar

- Factores duros: Productos, Materiales, tecnología, planta, equipos y energía
- Factores blandos : Satisfacción profesional, reconocimientos, Satisfacción profesional organización y sistemas

Factores Externos: Los que no se pueden controlar

- Sueldos y beneficios
- Política de la empresa y su organización
- Relaciones con los compañeros de trabajo

- Ambiente físico
- Status
- Seguridad laboral
- Crecimiento
- Madurez
- Consolidación

#### 1.4 Formulación del problema

##### 1.4.1 Problema general

¿Cómo la aplicación del TPM mejora la productividad de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L., La victoria, 2016?

##### 1.4.2 Problemas Específicos

¿Cómo la aplicación del TPM mejora la eficiencia en la productividad de los cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.?

¿Cómo la aplicación del TPM mejora la eficacia en la productividad de los cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.?

#### 1.5 Justificación del estudio

##### 1.5.1 Económica

Con las aplicaciones del mantenimiento productivo total, se planteará la mejora y el tipo de mantenimiento que se realiza una vez se haya levantado la información todo esto con el fin de lograr los objetivos de la compañía y reducir los costos a causa de la ineficiente, que provoca las paradas de maquina innecesarias, por consiguiente retrasos en la producción, fallas por la falta de mantenimiento preventivo; es decir elimina toda acción innecesaria. Al implementar TPM se optimizará la eficiencia, la confiabilidad y la mantenibilidad del equipo asiendo que los recursos de tiempo y dinero sean el más óptimo. Todo esto significa la reducción de costos en las paradas de maquina no programadas y los retrasos de la producción, se lograría también el

programa de mantenimiento y con este la programación del área de producción con antelación, es decir que cuando el área de mantenimiento programe una parada de máquina, con esto se tomarían las precauciones en el área de producción haciendo que ahorre tiempo traduciendo esto se convertiría en dinero a largo plazo.

#### 1.5.2 Técnico

La aplicación del TPM junto a los pilares y a la reducción de las 6 grandes pérdidas esto sin hablar de OEE, lograrán elevar la tasa de producción así también los recursos que se emplearán de esta misma manera la calidad la confiabilidad y la mantenibilidad esto ayudará a la optimización de la producción reduciendo así los tiempos de entrega del producto final hacia el cliente las áreas de mecanizados se vería beneficiado sobre todo en los ciclos de trabajo con este cambio de política y de metodología no solo se lograría esto sino la reducción del tiempo.

#### 1.5.1 Social

El estudio que se realizará será en beneficio el área de mecanizados ya que es donde más equipos se encuentran y también a los colaboradores. El primero porque al tener claro lo que es TPM se tomará mejores decisiones, recordemos que no solo será en beneficio de la optimización de los recursos de la compañía si no también se enfoca en la preparación técnico de los operarios es decir que los encargados de cada máquina después de esta implementación tendrán la capacidad de poder dar las inspecciones básicas a su equipo, En segunda al tener nuevas políticas y no tener carga de trabajo por causa de una maquina parada retrasando la producción o teniendo productos con mala calidad, la presión de trabaja disminuirá llevándolos a ser más productivos.

### 1.6 Hipótesis

#### 1.6.1 Hipótesis General

La aplicación del TPM mejora la productividad de la producción de cilindros hidráulicos, en la Empresa INVEMET S.R.L.

#### 1.6.2 Hipótesis específicos

La aplicación de TPM mejora eficiencia de la productividad en la producción de cilindros hidráulicos, en la Empresa INVEMET S.R.L.

La aplicación de TPM mejora eficacia de la productividad en la producción de cilindros hidráulicos, en la Empresa INVEMET S.R.L.

## 1.7 Objetivo

### 1.7.1 Objetivo general

Determinar como la aplicación del TPM mejora la productividad de los cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

### 1.7.2 Objetivos Específicos

Determinar cómo la aplicación del TPM mejora la eficiencia en la productividad de los cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

Determinar cómo la aplicación del TPM mejora la eficacia en la productividad de los cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

## **II. MÉTODO**



## 2.1 Diseño de investigación

La siguiente investigación trata sobre la implementación del mantenimiento productivo total, TPM en una empresa metalmecánica, todo con el afán de mejorar la productividad de la línea de fabricación de cilindros hidráulicos dentro de los diseños de investigación se trabajará bajo el concepto de diseño experimental tal como nos menciona TAMAYO el diseño experimental es cuando se busca llegar a la causa propuesto por medio de un experimento. Básicamente en lo que consiste este proceso es en influenciar con ciertas variables que se puedan controlar y que sean de conocimiento del investigador el objeto en estudio. Se someterá a este objeto a las variables todo con el afán de observar de qué manera reacciona (2004, p.111). Por otro lado para GOMÉZ nos dice que el diseño experimental es la manipulación de las variables independientes para analizar desde todos los puntos que es lo que sucede con la variable dependiente todo esto dentro de un ambiente controlado y diseñado por el investigador (2006, p.87).

Sin embargo lo que BERNAL nos dice es que el diseño Cusi experimental se tiene un mínimo de control en cuanto a las variables y los que participan en el estudio son asignados aleatoriamente (2010, p.146), entonces nuestra investigación por su clasificación sería de diseño cuasi experimental.

Por otro lado Para CAIS, FOLGUERA Y FORMOSO nos dicen que el enfoque longitudinal también podría servir para estudiar procesos de transición y examinar cómo se comportan ciertos elementos sometidos a circunstancias cambiantes y ver cuál es el impacto en el transcurso de un determinado periodo ya sea en micro o macro (2014, p.11).

Para MERINO Y PINTADO el enfoque longitudinal analiza una muestra, pero a cambio de esto analiza reiteradas veces para entender la evolución (2015, p.4)

Entonces basado en los autores podemos decir que la investigación; por el tiempo que se va a tomar y porque habrá una medición de un antes y un después y solo se analizara una muestra; será longitudinal.

Bien nuestra investigación también se determinará por dos niveles de profundidad la explicativa y la descriptiva. Entonces tenemos la explicativa que para BERNAL el principal objetivo de esta investigación es probar la hipótesis y su otro objetivo es buscar que las conclusiones nos

den la formulación o la contrastación con los principios científicos. En esta investigación también se plantea o se caracteriza por preguntarse el porqué de las cosas, los hechos, las situaciones y fenómenos a esto se les conoce como explicativas entonces esto se resume a que las investigaciones explicativas analizan causas y efectos de la relación entre variables (2010, p.115) y esto es lo que buscamos en esta investigación analizar las causas y buscar el porqué de las cosas. Por su lado la investigación descriptiva según BERNAL es muy popular y utilizada cuando se comienza en la actividad de la investigación en este tipo de investigación se narran se identifican hechos características de un objeto o se diseñan productos, etc. sin dar ningún tipo de explicación de los hechos este tipo de investigación se base en encuestas.

Para HUESO Y CASCANT la investigación cuantitativa se basa en aplicar técnicas estadísticas para conocer algunas características de la población que se va a estudiar.

MERINO Y PINTADO nos dicen que la investigación cuantitativa se diferencia de la cualitativa, ya que este responde datos que pueden medir y su objetivo principal es cuantificar los resultados. Esta tesis no se centra en la investigación de actitudes si no de objetividad y sus resultados son medidas estadísticas (2015, p.4).Entonces podemos decir que nuestra investigación por su enfoque es cuantitativo, ya que utilizaremos las herramientas estadísticas y cuantificaremos los resultados para dar una buena conclusión.

## 2.2 Variables, operacionalización

### 2.2.1 Definición Conceptual

#### Mantenimiento Productivo Total, TPM

El TPM es todo un sistema de gestión del mantenimiento que entre muchos fundamentos se trata de implementar el tipo de mantenimiento autónomo es decir que los propios operarios serán los encargados de llevarlo a cabo esto traerá consigo el compromiso de parte de todas las áreas relacionadas directa o indirectamente en el mantenimiento de esta manera se buscara una constante ya sea de forma motivacional o de estimulación para lograr que el área de producción y el de mantenimiento trabajen en coordinación y total armonía. Esto traerá consigo la reducción de averías de equipos, reducción del tiempo de espera y preparación de los equipos de trabajo, aumento del control de herramientas y equipos, conservación del medio ambiente y ahorro de energía, mayor formación y experiencia de los recursos humanos(González, 2005, p.106-107)

Productividad.

La productividad es el índice que nos indica la relación de lo que se ha producido y la cantidad de insumos que se ha empleado en conseguir el producto o el servicio (CRUELLES, 2013, p.2)

La productividad es la capacidad de producir con este se crea riqueza y beneficios con la inversión también de tiempo y dinero. La productividad es mantener la eficiencia al momento de usar los recursos primordiales sin ningún tipo de despilfarro todo esto con la finalidad de no mermarlos, ya con este concepto claro se puede realizar los trabajos con rapidez ahorrando tiempo y con este dinero (LOPEZ, 2013, p.11).

### 2.2.2. Definición Operacional

Mantenimiento Productivo Total, TPM

Es una herramienta de gestión que ayuda a establecer parámetros e influenciar en cada miembro de la organización, para cambiar la filosofía de mantenimiento que se tiene, todo con el fin de aumentar el porcentaje de mantenibilidad, confiabilidad y productividad de los equipos.

Productividad

Es un índice que ayuda a la compañía a saber el estado de la empresa en cuanto a producción se refiere, con este indicador sabremos qué tan rentable estamos siendo al fabricar un producto y se analizará la eficiencia y eficacia de todo un proceso, podemos llegar a identificar incluso los desperdicios que hay en todo el sistema. Esto lo expresaremos en la siguiente fórmula:

Fórmula 1: Productividad

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

Fuente: Un enfoque latinoamericano

### 2.2.3 Dimensiones

Mantenimiento productivo total, TPM la siguiente investigación tiene como objetivo aumentar la productividad de la fabricación de nuestro producto a través de la conservación de las máquinas que estén disponibles y no haya una parada no programada de toda la producción. Lo representaremos con la siguiente fórmula.

#### Formula 2: Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$$

Fuente: Mchoes y Flynn (2011)

Donde:

MTBF (Mean Time Between Failures): Es el Tiempo promedio entre Fallas

MTTR (Mean Time To Repair): Es el Tiempo Promedio para Reparar

Para CREUS (2005) la disponibilidad es la probabilidad de que un activo funcione en un tiempo determinado y en ciertas condiciones. (p. 101)

#### Formula 3 : Confiabilidad

$$\text{Confiabilidad} = e^{-\left(\frac{1}{\text{MTBF}}\right)(t)} \times 100$$

Fuente: Mchoes y Flynn (2011)

Dónde:

“e” = Es una constante matemática (2.71828 aprox.)

MTBF (Mean Time Between Failures)= Es el Tiempo promedio entre Fallas

t = el tiempo en horas

Para MORA (2009) La confiabilidad analiza por cuanto tiempo el equipo funcionara a partir de la puesta en marcha en u ambiente ya definido (p. 54)

#### Formula 4: Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{HM Útil}}{\text{HM total}} \times 100$$

Fuente: GUTIERREZ y DE LA VARA, 2009

La eficiencia es lograr cumplir los objetivos con el menor recurso posible, es el punto clave que podría variar para aumentar nuestra productividad. No siempre eficiencia es sinónimo de eficacia.

Para FLEITMAN (2008) la eficiencia es la suma de todos los esfuerzos por conseguir el objetivo. Es el manejo adecuado del tiempo del dinero del factor mano de obra y todo el recurso que se pueda utilizar para logra el producto o servicio final (p. 98)

Formula 5: Eficacia

$$\text{Eficacia} = \frac{Q\text{Producida}}{Q\text{Programada}} \times 100$$

Fuente: Gutiérrez, 2011

Para GUTIERREZ y DE LA VARA (2009) Es el grado en que uno cumple lo programado y logra los resultados establecidos. Busca en todo momento maximizar los resultados (p.8).

## 2.3 Población y muestra

### 2.3.1 Unidad de estudio

La unidad de estudio para nuestra investigación es el área de maquinados, es decir la maquinaria que se utiliza en los mecanizados de las piezas y partes de la fabricación de cilindros hidráulicos.

### 2.3.2 Población

Población es un conjunto de seres, cosas u objetos, que tienen la característica de que se puede observar, describir o criticar. Las cosas u objetos tienen algo en común por ello se puede hablar de empresas, volantes, familias, instituciones, beneficios de un programa, automóviles. Etc.

De esta misma manera se puede ver que elementos pueden conformarlo también saber el lugar el tiempo en que se realizará la investigación. (Valderrama, 2014, p. 182)

En esta investigación se tomara una población finita, ya que lo podemos contar y no es de gran escala, también conocemos el producto del que hablaremos.

Para la investigación se tomará como población la producción diarios de cilindros hidráulicos en 90 días.

### 2.3.3 Muestra

La muestra es una pequeña parte de ese universo que es la población de estudio. Es una parte representativa por que tendrá las mismas características de toda la población este es un tema delicado, ya que se tiene que tomar la muestra adecuada para la cantidad de población, si se toma de forma errada la muestra todo nuestro resultado puede variar. El número o la cantidad se determinará a través de muchos procedimientos. (Valderrama, 2014, .P. 184)

Cuando la muestra es la misma cantidad de la población y no mayor a 100, este tipo de muestra será finita (Cardona, 2002, p.121).

La muestra de la investigación será la misma de la población, es decir se considerará la misma cantidad y el mismo tipo.

### 2.3.4 Muestreo

Lo que muchos autores indican y como nos menciona CARDONA (2002) cuando la muestra es igual a la población no debe existir un muestreo (p.123). Por consiguiente en la investigación no existe el muestreo.

### 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad

Para BERNAL (2010) En la actualidad existen una infinidad de técnicas y sobre todo los instrumentos de medición que sirven para la recolección de datos en el campo, pero cuando la investigación tiene un enfoque determinado existen variables, es decir que hay unas que se utilizan más que las otras (p. 196)

Teniendo en cuenta este concepto y por ser nuestra investigación de enfoque cuantitativo, la técnica presente en la tesis será de recolección de información a la observación, de esta manera se logra recolectar la información y el control por una fuente primaria, disminuyendo así el riesgo de perder información o no darse cuenta de los detalles que podrían marcar la diferencia en la investigación, para esto se utilizara la ayuda de diagramas, histogramas, fichas de control de procesos, fichas de control de tiempos y registros de productos, todo esto con el único objetivo de analizar cada producto.

“Instrumentos es todo lo que nos puede brindar información para nuestra investigación almacenarla y poder procesarla, pueden ser formularios, pruebas de conocimientos escalas de actitudes , lista de chequeos, inventarios, cuadernos de campo, fichas de datos o cualquier otro medio que pueda ayudarnos a medir los resultados o el proceso de cambio cuando se

aplicaremos nuestra variable dependiente”. (Valderrama, 2010, p.198). Dentro de la diversidad de instrumentos de medición en esta oportunidad se utilizara el cronómetro. Para BARQUERO, Jose (2005) nos dice que la cronometría es una ciencia que se encarga de la medición exacta el tiempo, Nos dice también que en Suiza existe una sociedad de cronometría. Todo esto para definir que el cronometro es un reloj que tiene un boletín de marcha que mide el tiempo no necesariamente cronológica (p.205). Esto con el fin de calcular los tiempos de la operación de la muestra, después de tomar las muestras se realizará el procesamiento de dicha información para calcular los indicadores.

La validación de datos descritos en el diagrama de operacionalización se llevará a cabo a través del juicio de experto. Donde la opinión de tres dignísimos profesores colegiados, encargados de la enseñanza en la facultad de ingeniería industrial expertos de la universidad cesar vallejo; el Ing. Saavedra Farfan Martin, Egusquiza Rodriguez Mrgarita y Malpartida Jorge G. La firma de dichos expertos es la garantía de confiabilidad y fiabilidad de los instrumentos y la formulas aplicadas en la matriz.

## 2.5 Método de análisis de datos

Dentro de nuestro análisis estadístico están el interferencial y el descriptivo. Este último se justifica porque al aplicar el mantenimiento productivo total, se alcanzará una mejora, para este objetivo también es necesario contar con la ayuda de herramientas que nos proporcionen un conocimiento de las variables tales como gráficos, tablas comparativas, histogramas, entre otros que puedan ayudar con la información. El método interferencial se dará porque en la tesis se contrastara las variables por medio de la prueba de hipótesis por medio de un software “ IBM SPSS Statistics”, se realizara una prueba de normalidad . De acuerdo a la cantidad de datos que se proporcione se terminara si los datos son paramétricos o no paramétrico, entonces si se trata de una cantidad igual o mayor a 40 “Kolmogrov – Smimoc” de caso contrario se aplicara “ Shapirowilk”. Una ves se tenga los resultados se realizarán las pruebas de T- Student o wilcoxon esto también depende si las variables son paramétricas o no paramétricas.

## 2.6 Aspectos éticos

La investigación en cuestión considera el respeto absoluto por la autoría intelectual y la admiración hacia los autores. Los libros consultados se han citado correctamente bajo la norma ISO 690 de esta manera se trata de evidenciar el total compromiso con el respeto a las autorías. De esta manera también se pretende tener absoluta discreción con los productos en estudio, manteniendo también el mismo respeto hacia el área investigada.

## 2.7 Desarrollo de la propuesta

### 2.7.1 Situación Actual

INVEMET S.R.L. Fue fundada por el gerente general Hugo Gutiérrez Velasco en el 2000, aunque ya desde el 95' se venía planificando o tenía ya el proyecto en mente, se inició como toda empresa; que no cuenta con inversionistas y es de capital personal; con poco capital pero según fueron pasando los años la empresa fue creciendo y más aún con el crecimiento del Perú que se dio empezando el nuevo ciclo, el apogeo de la empresa llegó en el gobierno de Toledo se realizaron contratos con empresas que estaban ligados al desarrollo del país, construcción de puentes, carreteras servicios de saneamiento. La empresa es especializada en la fabricación y reparación de cilindros hidráulicos con más de 17 años de experiencia en el mercado peruano. La proyección de la empresa es tener una sucursal en el departamento de Arequipa y poder ser competencia directa del monopolio que se ha establecido en ese departamento como primera instancia esta establecer 3 turnos, ya que solo se trabaja en un solo turno por la poca carga de trabajo que existe en la actualidad.

#### 2.7.1.0 Visión

La visión de la empresa es consolidar a INVEMET S.R.L. como una empresa líder en el mercado de la reparación de cilindros hidráulicos y esto sin dejar de generar valores sobre nuestros colaboradores que permita el desempeño y el desarrollo ideal como personas y profesionales.

#### 2.7.1.1 Misión

Satisfacer a nuestros clientes brindando un servicio íntegro de calidad en nuestro rubro, desarrollando relaciones de alto valor a través del personal comprometido y profesional que se encuentre a la vanguardia de las altas expectativas de nuestros clientes basándose en sólidos principios éticos y valores corporativos.

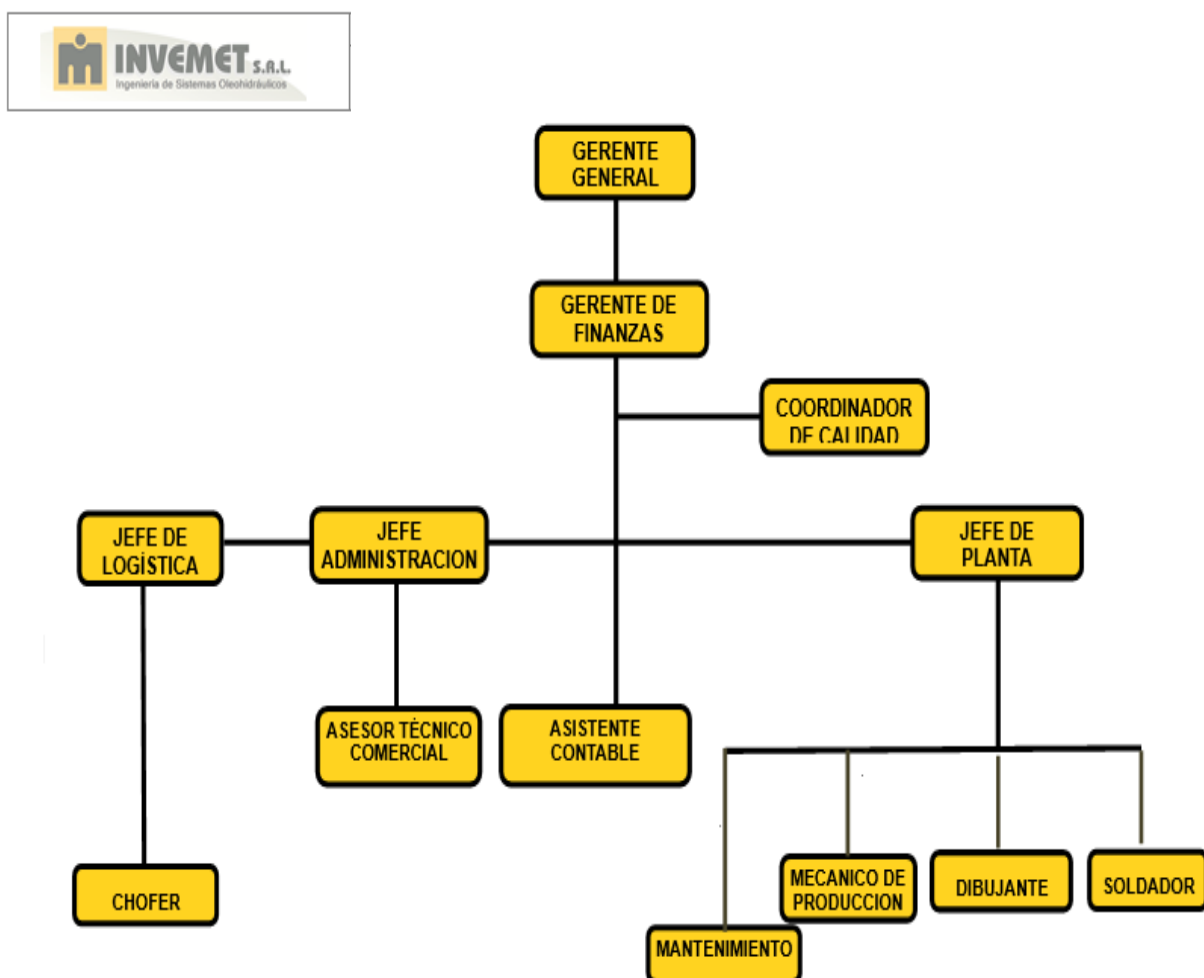


La empresa no está al margen de la vanguardia y de la tecnología, el marketing agresivo que se vive en estos tiempos sobre todo los virtuales, es por ello que el área de ventas priorizo el desarrollo de nuestra página web [www.invemetperu.com](http://www.invemetperu.com) y las redes sociales.

#### 2.7.1.2 Organización de la Empresa

El organigrama fue modificado por última vez en el mes de junio cuando se realizó la auditoría de seguimiento referente a nuestra certificación de calidad ISO 9001.

Figura 15: Organigrama de la empresa INVEMET



Fuente: Área Calidad Invemet

El siguiente organigrama (Figura 15) está encabezado lógicamente por el gerente después de él sigue la gerente financiera como su apoyo el área de calidad seguido de las áreas correspondiente como son la Jefatura Logística, La jefatura de administración, la jefatura de planta en el caso de logística está encargado de la movilidad de la empresa por ende es el jefe directo del chofer, en el caso de la administración absorbió al área de ventas y está encargado de los asesores comerciales, con el jefe de planta sucede algo similar con la diferencia que el tiene más soportes como el de mantenimiento los mecánicos de producción; en el que están los técnicos hidráulicos y el área de mecanizados; y el soldador.

### 2.7.2 Propuesta de mejora

Para el desarrollo de la investigación se busca una herramienta adecuada que logre eliminar o mitigar nuestra variable dependiente que en este caso es la productividad, una herramienta que mejore la eficiencia, reduzca las paradas no programadas, reduzca los productos deficientes y mejorar La productividad.

Considerando esto se tiene que contar con una herramienta que muy al margen de agregar valor a lo descrito líneas arriba también tiene que agregar valor al activo más importante de toda organización el trabajador. Dentro de las múltiples herramientas que se han escogido están:

- Mantenimiento Productivo Total
- Mantenimiento Autónomo
- Mantenimiento centrado en la confiabilidad
- Mantenimiento predictivo

Para poder analizar porque se eligió la metodología se calificara con un puntaje de acuerdo al orden lo cual se ve en la tabla líneas abajo.

Tabla 3: Tabla de descripción de la metodología

Puntaje	Adaptación	Costo	Tiempo
5	Muy Malo	Muy Caro	Mucho Tiempo
4	Malo	Caro	-
3	Regular	Regular	Regular
2	Bueno	Barato	-
1	Muy bueno	Muy Barato	Poco Tiempo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se muestra la calificación de acuerdo a costo tiempo adaptación y factibilidad. Para entender esto se describe los criterios.

**Tiempo:** El factor tiempo es determinante en el rubro metalmecánico porque no solo se traduce en un periodo corto, medio o largo plazo sino también se traduce en dinero porque por cada minuto no producido se ocasiona un gasto es así que el tiempo es considerado como un factor importante al momento de elegir una herramienta que solucione nuestra problemática.

#### Adaptación

Este factor nos servirá para poder analizar y determinar si la herramienta se va adaptar a los procedimientos, políticas y necesidades de la empresa. Se tiene que buscar una herramienta que haga fácil el trabajo que no lo complique con formatos procedimientos innecesarios. Este factor nos va a decir que tan complicado va ser que la empresa se adapte a la herramienta.

#### Costo

Respecto a este factor cuando se evalúa mejorar un sistema productivo todo esto es con el fin de poder elevar nuestra utilidad y para poder implementar una herramienta este costo tiene que justificar la utilidad que se obtendrá con este cambio lo que no quiere decir que se invertirá en la herramienta para solamente recuperar esa inversión esto determina también el sentido de escoger una herramienta que económicamente este dentro de los presupuestos de la compañía.

Tabla 4: Tabla de análisis de herramienta

ANALISIS DE HERRAMIENTA					
Herramienta de mejora	Costo	Tiempo	Factibilidad	Adaptación	Total
Mant. Productivo Total	3	3	2	1	9
Mant. Autónomo	4	5	4	3	16
Mant. Centrado en la confiabilidad	4	3	4	3	14
Mantenimiento Predictivo	2	5	4	4	15

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se muestra las herramientas que se podrían utilizar de acuerdo a los criterios de costo, factibilidad, tiempo y adaptación, siendo así que el mantenimiento productivo total logro el puntaje ideal, visto esto se optara por esta herramienta y así responder de manera eficiente las necesidades que hay en el Área de producción.

#### Costos de Implementación del Mantenimiento Productivo Total

Tabla 5 Costo de Herramientas

Herramientas				
Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Total
6	Und.	Llave stilson de " 4"	S/. 150.00	S/. 900.00
6	Kit	Llaves tipo allen en pug. Y mm	S/. 30.00	S/. 180.00
6	Und.	Desarmador Estrella N°10	S/. 25.00	S/. 150.00
6	Und.	Desarmador Plano N° 10	S/. 25.00	S/. 150.00
3	Kit	Llave francesa de 5"	S/. 80.00	S/. 240.00
6	Kit	Dados en mm y pulg.	S/. 150.00	S/. 900.00
6	Kit	Llave de boca de 5 mm a 54 mm	S/. 250.00	S/. 1,500.00
6	Und.	Palanca para dados	S/. 30.00	S/. 180.00
6	Und.	Alicate de presión	S/. 75.00	S/. 450.00
3	Und.	Alicate de anillo seeger	S/. 80.00	S/. 240.00
6	Und.	Llave pico de loro de 3" c/punta de diamante	S/. 520.00	S/. 3,120.00
6	Und.	martillo de ajuste	S/. 85.00	S/. 510.00
2	Kit	broca de 4 filos de ajuste 1/4" a 2"	S/. 6,500.00	S/. 13,000.00
6	Und.	Llave doble 15/16	S/. 250.00	S/. 1,500.00
6	Und.	Puntales de marca	S/. 20.00	S/. 120.00
Total				<b>S/. 23,140.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6 Costo de Insumos

<b>Materiales</b>				
Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Total
50	Und.	Lijas en pliego	S/. 7.00	S/. 350.00
15	Und.	Lija de libro	S/. 10.00	S/. 150.00
6	BL.	Grasa	S/. 140.00	S/. 840.00
10	BL.	Aceite	S/. 280.00	S/. 2,800.00
50	Kilos	Trapo industrial	S/. 4.00	S/. 200.00
15	Und.	Aditivo acrilico	S/. 28.00	S/. 420.00
Total				<b>S/. 4,760.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7: Costos de Epp's y Capacitaciones

Elementos de Protección Personal				
Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Total
30	Und.	Lentes	S/. 4.00	S/. 120.00
20	Und.	Guantes de badana	S/. 15.00	S/. 300.00
10	Und.	Casco	S/. 28.00	S/. 280.00
20	Und.	Botas de seguridad	S/. 75.00	S/. 1,500.00
30	Und.	Tapa oídos	S/. 3.00	S/. 90.00
30	Und.	Polos	S/. 20.00	S/. 600.00
30	Und.	Pantalones	S/. 25.00	S/. 750.00
CAPACITACIONES				Total S/. 3,520.00
Desarrollo		Cantidad	Horas Hombre	Costo Uni. Total
Capacitaciones		10	-	S/. 60.00 S/. 600.00
veedores		8	4	S/. 75.00 S/. 2,400.00
Afiches		45	-	S/. 0.50 S/. 22.50
Perdida H/H		10	6	S/. 96.90 S/. 5,814.00
Perdida H/M		60	-	S/. 7.00 S/. 420.00
			Total	S/. 9,256.50

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Faces y etapas de la implementación del Mantenimiento Productivo Total

[illegible]

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.7.3 Ejecución de la propuesta

Para que nuestra gestión de mantenimiento tenga éxito tiene que maximizar la eficiencia de la mantenibilidad y la disponibilidad del equipo esto hará que se disminuya drásticamente las paradas de máquinas no programadas, productos que no pasen el control de calidad, cumplimiento de la producción programada y equipos con más vida útil.

Para el desarrollo del Mantenimiento Productivo Total se tomará en cuenta lo sugerido por PORTELLA, L. Implementación del TPM para incrementar la productividad en la sección de envoltura metálica um-3 de la empresa Panasonic peruana S.A. lima 2017. Tesis( Título profesional de ingeniero industrial) Lima: Escuela Ingeniería Industrial,2017. 66-72 pp.

Donde sugiere seguir 11 etapas

- Etapa 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar el TPM.
- Etapa 2: Información sobre TPM
- Etapa 3: Estructura promocional del TPM
- Etapa 4: Establecer políticas básicas TPM y fijar objetivos
- Etapa 5: Desarrollo de un plan maestro TPM
- Etapa 6: Arranque del TPM
- Etapa 7: Mejorar la efectividad del equipo
- Etapa 8: Establecer un programa de mantenimiento autónomo
- Etapa 9: Establecimiento de un programa de mantenimiento planificado
- Etapa 10: Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento
- Etapa 11: Fase de consolidación

Etapa 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar el TPM.

La gerencia de la empresa debe de comunicar en todos los niveles es decir desde el personal de mantenimiento hasta las jefaturas. Se debe proyectar todo el entusiasmo y los beneficios que traeré dicho proyecto a grandes rasgos sin especificaciones a detalle. La comunicación se debe realizar por todo los medios posibles correos, memorándum, reuniones, etc.

El gerente general en el mes de diciembre y después de una conversación larga tomo la decisión de implementar el TPM en la empresa asumiendo los gastos que traería consigo este, pero en una escala menor es decir solo en un área determinada de esta manera bordeando la quincena

de este mes es comunicada a todo el personal la decisión de implementar el mantenimiento productivo total.

#### Ilustración 1: Anuncio y capacitación del TPM



Fuente: RR.HH. Invemet

Fotos compartidas por el área de RR.HH. se evidencia de intervención del personal operativo en la comunicación que se implementará el Mantenimiento Productivo Total.

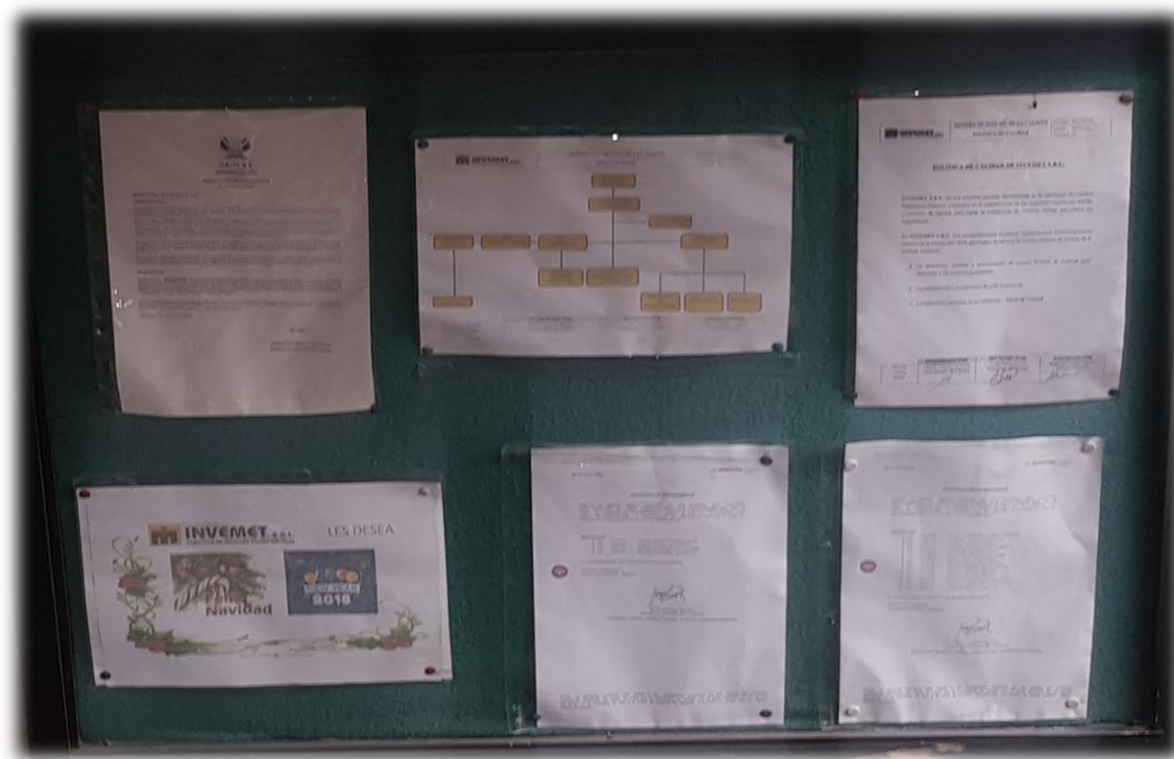
#### Etapa 2: Información sobre el TPM

En esta etapa se divulgar a través de medios escritos a toda la organización los conceptos básicos de la implementación del mantenimiento productivo total una política para poder entender a qué se refiere y como se trabaja un plan de mantenimiento. Con esto se busca que cada miembro de la organización entienda su papel dentro de este plan deberes y responsabilidades.

En esta etapa la empresa Comunica a través de medios escritos (Mural de la empresa) la información completa de lo que se refiere el mantenimiento productivo total.



## Ilustración 2: Publicación - Información de Mantenimiento Productivo Total



Fuente: RR.HH. Invemet

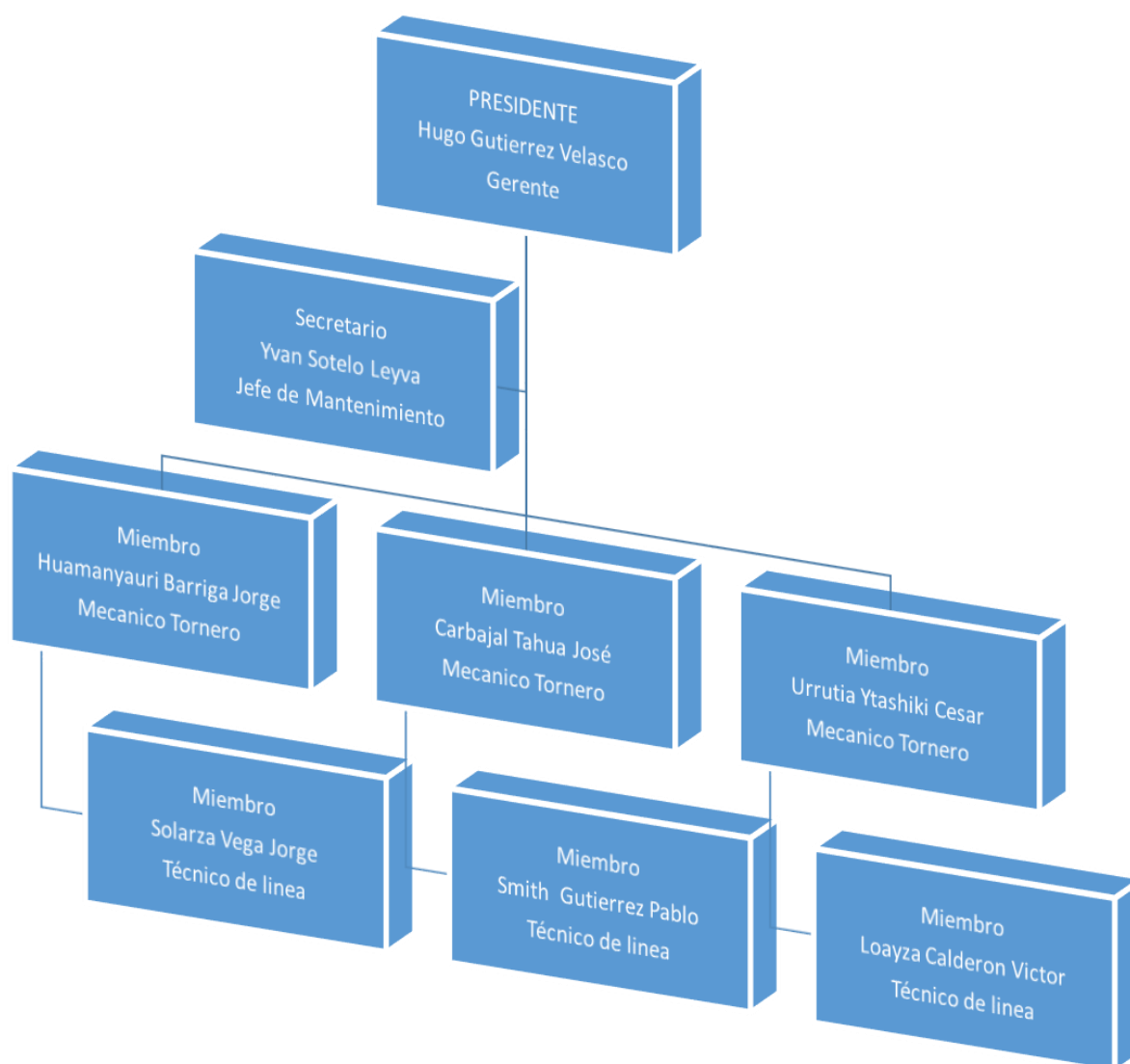
La ilustración nos muestra la comunicación que se da de parte de la gerencia a todo la organización a través del mural que se encuentra camino al marcador de salida y de ingreso, así que es inevitable que todos los miembros de la empresa no lo puedan visualizar.

### Etapa 3: Estructura promocional del TPM

En esta etapa se busca formar grupos para que la información de los objetivos, los planes de mantenimiento y los resultados, lleguen a cada personal involucrado con estas pequeñas sociedades dentro de la organización se puede lograr dicho objetivo sin dejar como excusa a la falta de información cuando se incurre a algún error o falta.

La organización en esta etapa luego de una reunión establece un organigrama donde se anuncia a los responsables por quienes se filtrara la información y la responsabilidad de lo que tiene que ver con el mantenimiento.

Figura 16: Equipo TPM



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración se ve de qué manera se ha organizado la empresa para poder tener responsables de las asignaciones que demanda la implementación de plan de mantenimiento. Con este grupo se espera canalizar mejor la información o las actividades a realizar.

Etapas 4: Establecer políticas Básicas del mantenimiento productivo total y fijar objetivos

En esta etapa se realizará la interacción del personal y de este debe de partir diseñar la política y los objetivos tanto de corta, largo y mediano plazo, también se debe discutir la situación de la empresa, con que se cuenta, es decir maquinas con deficiencia, numero de fallas por mes aproximado, etc. y que actividades se deben de realizar.

Figura 17: Política y objetivo

### Política del TPM

Invemet S.R.L., Empresa dedicada a la fabricación y reparación de cilindros hidráulicos, comprometida con el sector industrial, cubre las expectativas y requisitos establecidos, buscando siempre la mejora continua para el mantenimiento productivo total y para esto se cuenta con personal altamente calificada comprometida con elevar siempre la eficiencia del equipo

### Objetivos del TPM

- Analizar constantemente las necesidades y requerimientos para elevar siempre la eficiencia global del equipo teniendo en cuenta siempre la participación de todos y buscando “Cero Averías”
- Tener el control de nuestras maquinas a través de su mantenimiento y de esta manera poder realizar los productos con la calidad establecida.
- Creas espacios y lugares donde se pueda esparcir la opinión y participación de todos los miembros de nuestro equipo.
- Tener siempre en cuenta la parte operativa del sistema de mantenimiento productivo total para ello se busca siempre la capacitación y la preparación continua de estos de esta manera se logra elevar su nivel de competencia y con esto la del sistema.

La Victoria, Diciembre del 2017

Fuente: Elaboración propia

En la Figura se muestra la política y los objetivos del mantenimiento productivo total establecidos en la reunión y la junta realizadas.

#### **Etapas 5: Desarrollo de un plan de maestro TPM**

Esta etapa es una las partes más importantes de todo el diseño del plan del TPM se debe tener en cuenta cada detalle y de forma cronológica para poder cumplir los objetivos establecidos.

- El diseño de un plan de mantenimiento autónomo el cual tiene como premisa que el operario se encargue del mantenimiento de su equipo. (Tabla 9)
- Desarrollo de un plan de mantenimiento el cual será aplicado por personal encargado de mantenimiento (Tabla 10)
- Retención de certificado de calidad (Figura 18)
- Capacitación y formación para aumentar el conocimiento respecto al Mantenimiento Productivo total (Anexo 7, 8 y 9)

#### Etapa 6: Inicio del Mantenimiento Productivo Total

En este proceso se da inicio al plan de mantenimiento y lo ideal es presentarlo en una reunión protocolar con las jefaturas, personal operativo, donde se tiene que dar a conocer lo establecido en las etapas anteriores con detalles y sobre todo explicando muy bien los objetivos del mantenimiento productivo total (Figura 17), de esta manera involucrar a todos los miembros de la empresa. En esta etapa así como en la etapa 1 del anuncio de la decisión se realiza una reunión para presentar y hacer mención que ya se da inicio lo que en un principio fue una decisión.

Ilustración 3: Reunión de información de la implementación



Fuente: RR.HH. Invemet

En la ilustración se evidencia la reunión donde se comunica el inicio del programa de mantenimiento productivo Total con la presencia de todo el personal donde también se busca hacer tomar conciencia de que ya se inicia una nueva etapa en el área de mecanizados con el respaldo de un mantenimiento.

#### Etapa 7: Mejorar la efectividad del equipo

En esta etapa se crea grupos que son integrados por el jefe de planta, los técnicos de mecanizados y los operarios todo esto con el objetivo de reducir merma e incrementar la efectividad de los equipos. Al tomar como referencia el área de mecanizados como plan piloto para implementar el mantenimiento productivo total se detallara el más mínimo de las pérdidas de tal manera que tomando en cuenta esto se busque mejorar los objetivos en periodo de aproximadamente 2 meses (Tabla del 11 al 22)

#### Etapa 8: Establecer un programa de mantenimiento autónomo

Esta etapa si no es la más fundamental de todo el proceso, ya que en este se detallara lo que se tiene que seguir día a día en el proceso del mantenimiento junto al aporte de todo el personal involucrado y más aún el personal que tiene a cargo la máquina, aportaran para poder establecer los parámetros del programa de mantenimiento

En esta etapa después de la reunión con los operarios y el jefe de planta se establecieron parámetros, tiempos, para el mantenimiento

Tabla 9 Cronograma de mantenimiento Autónomo

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO																
Maquina	Actividad	Tiempo	Responsable	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	
TORNO CASENEUVE	Limpieza de viruta de la bancada movil	Sem.	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Limpieza y engrase de porta chup	2 mes	Operador													
	Cambio de fajas	6 mes	Operador													
	Engrase de cabezal movil	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Revisar nivel de aceite de caja de transmisión	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Engrase de piñones de caja	mesual	Operador													
	Engrase de piños de automatico	4 meses	Operador													
	Revisión de las pastillas de freno	6 meses	Operador													
	Revision de valvula de paso del filtro de aceite	3 meses	Operador													
	Sopletear luneta	mesual	Operador	x												
	Revisar conexión de mangueras de aceite	6 meses	Operador													
	Revision de sistema electrico	5 meses	Operador													
TORNO KRMM PERNIK	Limpieza de viruta de la bancada movil	Sem.	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Limpieza y engrase de porta chup	2 mes	Operador													
	Cambio de fajas	6 mes	Operador													
	Engrase de cabezal movil	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Revisar nivel de aceite de caja de transmisión	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Engrase de piñones de caja	mesual	Operador													
	Engrase de piños de automatico	4 meses	Operador													
	Revisión de las pastillas de freno	6 meses	Operador													
	Revision de valvula de paso del filtro de aceite	3 meses	Operador													
	Sopletear luneta	mesual	Operador	x												
	Revisar conexión de mangueras de aceite	6 meses	Operador													
	Revision de sistema electrico	5 meses	Operador													
TORNO SOUTH BEND 450	Limpieza de viruta de la bancada movil	Sem.	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Limpieza y engrase de porta chup	2 mes	Operador													
	Cambio de fajas	6 mes	Operador													
	Engrase de cabezal movil	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Revisar nivel de aceite de caja de transmisión	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Engrase de piñones de caja	mesual	Operador													
	Engrase de piños de automatico	4 meses	Operador													
	Revisión de las pastillas de freno	6 meses	Operador													
	Revision de valvula de paso del filtro de aceite	3 meses	Operador													
	Sopletear luneta	mesual	Operador	x												
	Revisar conexión de mangueras de aceite	6 meses	Operador													
	Revision de sistema electrico	5 meses	Operador													
FRESADORA RADIAL FIMUS	Limpieza de viruta del plato	Semanal	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Engrase y limpieza de carrete de plato	3 meses	Operador													
	Engrase y limpieza de piñones de giro	5 meses	Operador													
	Cambio de fajas de la transmisión	6 meses	Operador													
	Revision de niveles de aceite de caja	3 meses	Operador													
	Revision de valvulas de filtro	4 meses	Operador													
	Sopleteo de motor electrico y placas	semanal	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Revision de sistema electrico	6 meses	Operador													
CEPILLO ATLAS	Limpieza de viruta de la meza	Semanal	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Engrase de cabezal vertical	4 meses	Operador													
	Revisar aceite de caja de cambio	2 meses	Operador													
	Cambio de fajas	6 meses	Operador													
	Engrase de cojinetes de soporte	3 meses	Operador													
	Cambio de pastillas de corte	mensual	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
TALADRO DE COLUMNA	Revision de sistema electrico	6 meses	Operador													
	Limpieza de mesilla	semanal	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Engrase y revision de piñones de velocidad	4 meses	Operador													
	Aceitado de porta chup	5 meses	Operador													
	Cambio de pernos de sujecion de chup	2 meses	Operador													
	Revisar nivel de aceite de caja de velocidad	4 meses	Operador													

Fuente: Elaboración propia

En siguiente cuadro se observa el mantenimiento que se realizara en tiempo mayor a 6 meses y menor a la semana en las 6 máquinas que cuenta el área de mecanizados, se hace mención también bajo la dirección de quien estará.

## Etapa 9: Establecimiento de un programa de mantenimiento planificado

En esta etapa se establecerán fechas dentro de un plan de mantenimiento programado todo esto será responsabilidad directa del área de mantenimiento.

Tabla 10 Mantenimiento Planificado

Actividad/Repuesto	Descripción de Reparación	Cantidad	Unidad	Responsable	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Bancada	Rectificado del asentamiento del cabezal móvil	1	Und.	Tecnico Ter.	x											
	Limpieza y pulido	1	Und.		x											
Cabezal Fijo	Cambio pernos	4	Und.	Tecnico Ter.	x					x						x
	Cambio de arandelas	4	Und.		x					x						x
	Cambio de Tuercas de sujeción	4	Und.		x					x						x
Carro de bancada	Cambio de rodamiento.	2	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Cambio de Vías y Resorte	4	Und.		x			x				x				x
Carro de desplazamiento transversal	Cambio de rodamiento	2	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Cambio de fajas	2	Und.		x					x						x
Carro superior porta herramientas	Cambio de rodamiento	1	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de Asientos	1	Und.		x											
	Rectificado de Ejes	1	Und.		x											
Porta herramientas	Cambio de anillos de soporte	1	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Cambio de dientes	4	Und.		x											
Caja de movimiento transversal	Cambio de aceite	1	Balde	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de engranjes	6	Und.		x											
	Rectificado de eje de transmisión	3	Und.		x											
Caja de movimiento lineal	Cambio de aceite	1	Balde	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de engranjes	6	Und.		x											
	Rectificado de eje de transmisión	3	Und.		x											
Kit de tuercas para roscas	Cambio de tuercas	15	Und.	Tecnico Ter.	x							x				
Barra cilíndrica	Cambio de pernos socket M8	4	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de la punta delantera	1	Und.		x			x				x				x
Cabezal Móvil	Cambio de rodamiento	4	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de asiento	1	Und.		x											
	Engrase	100	Gramos		x			x				x				x
Plato de Mordaza (Usillo)	Rectificado de apoyo	1	Und.	Tecnico Ter.	x											
	Engrase de cuerpo interno	100	Gramos		x			x				x				x
Palancas de comando de rotación	Cambio de bola	1	Und.	Tecnico Ter.	x							x				
	Pulido de eje	1	Und.		x							x				
	Cambio de Perno Hexagonal M 14 sujeción	1	Und.		x							x				
	Engrase acople a caja	50	Gramos		x							x				
Contrapunta	Rectificado de puntas	1	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de asiento para broca de centrar	1	Und.		x			x				x				x
	Cambio de broca de centrar	1	Und.		x			x				x				x
Guías	Rectificación y limpieza de toda la longitud	1	Und.	Tecnico Ter.	x											
	Cambio de pernos	4	Und.		x											
	Cambio arandela	8	Und.		x											
	Cambio de tuerca de amarre	4	Und.		x											

Fuente: Elaboración propia

Mantenimiento Planificado																
Actividad/Repuesto	Descripción de Reparación	Cantidad	Unidad	Responsable	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Platos de tres y garras (muela)	Cambio de rodamiento	1	Und.	Tecnico Ter.	x							x				x
	Limpieza de muelas	3	Und.		x			x				x				x
	Engrase muelas	50	Gramos		x			x				x				x
Porta	Cambio de pernos socket M8	1	Und.	Tecnico Ter.	x					x						x
	Cambio de asiento de inserto	1	Und.		x					x						x
	Rectificado de eje	1	Und.		x											
Asiento de cuchilla	Rectificado de asiento	1	Und.	Tecnico Ter.	x											
	Cambio de pernos socket M12	4	Und.		x											
Perno de ajuste de mordaza	Rectificación de hilos de la cavidad	1	Und.	Tecnico Ter.	x											
	Cambio de perno	1	Und.		x											
	Cambio de arandelas	2	Und.		x											
Mandrill	Rectificado de dientes	1	Und.	Tecnico Ter.	x											
	Cambio de pernos M12	4	Und.		x											
	Rectificación de moñon	1	Und.		x											
Gramil	Cambio de eje	1	Und.	Tecnico Ter.	x											
	Rectificación de puntas	1	Und.							x						x
	Mantenimiento a elementos de ajuste	1	Und.							x						x
Cabezal de movimiento transversal	Rectificado de piñones	6	Und.	Tecnico Ter.	x											
	Rectificado de ejes	2	Und.		x											
	Engrase	50	Gramos		x					x						x
	Cambio de chavetas	3	Und.		x											
Moleteador	Cambio del rodaje	3	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Cambio de chaveta circular de sujeccion	3	Und.		x											
	Limpieza y pulido	1	Und.		x			x				x				x
Caja del automatico	Cambio de aceite	1	Balde	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificación de dientes de piñones	3	Und.		x											
	Rectificación de ejes	2	Und.		x											
	Cambio de arandelas de apoyo de eje	4	Und.		x											
Caja electrica	Cambio de bobinas	4	Und.	Tecnico Ter.	x							x				
	Mantenimiento de contactores	3	Und.		x							x				
	Mantenimiento de switch	2	Und.		x							x				
	Mantenimiento de llave de seguridad	1	Und.		x							x				
	Cambio de cables Motor caja	0.5	Metros		x							x				
	Cambio de rele termico	1	Und.		x							x				
	Limpieza de borneras	1	Und.		x							x				
Motor eléctrico	Cambio de tornillo estrella	6	Und.	Tecnico Ter.												
	Cambio de boneras de cable	6	Und.													
	Pintado de cubierta de motor	1	Und.													
	Pulido y limpieza de helices y eje	1	Und.													
	Barnizado y limpieza	1	Und.													
Caja de transmisión	Cambio de aceite	1	Balde	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificación de dientes de piñones	10	Und.		x											
	Rectificación de ejes	3	Und.		x											
	Rectificación de separadores de bronce	6	Und.		x											
	Cambio de filtro	1	Und.		x			x				x				x
	Cambio de cañerías	2	Und.		x											
	Cambio de niples	2	Und.		x											
Piñones de ataque	Cambio de fajas de transmisión	2	Und.	Tecnico Ter.	x					x						x
	Cambio de rodamientos	6	Und.		x			x				x				x
	Rectificado de piñones	4	Und.		x											
	Limpieza del sistema	1	Und.		x			x				x				x

. Fuente: Elaboración propia



#### Etapa 10: Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento

Se tiene que tener en cuenta que para poder realizar todo proceso tiene que a ver de por medio una capacitación o inducciones es importante mejorar las habilidades del personal involucrado de los quipos líderes que se establecen en la etapa 7

La Empresa ha planificado una serie de capacitaciones enfocado a los operarios, teniendo en cuenta también a la parte administrativa, pero más a los responsables de las máquinas y al equipo de mantenimiento personal capacitado en los temas tanto los que se encuentran en la empresa como también se ha contratado. (Anexo 7, 8 y 9)

#### Etapa 11: Consolidación del TPM y elevación de los objetivos.

Este es la etapa final del proceso de implementación donde como en todo proceso se tiene que mantener y perfeccionar los resultados obtenidos en cada uno de las etapas. En cuanto a los resultados estos serán cuantificados (véase figura 14 al 19), de esta manera comunicar al personal cual fue el logro final obtenido gracias al esfuerzo de cada uno de ellos de esta manera impulsar y estimular el nacimiento de nuevos objetivos. Se tiene que retener lo que se ha conseguido y mejorarlo

Figura 18: Certificado de calidad



Fuente: Área de calidad Invemet

Tabla 11 Datos de Eficiencia y Eficacia Antes

Unidad	HM Útil	HM Total	Eficiencia	Qproducida	Qprogramada	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	34.00	48	71%	21.25	30	71%	50.2%
2	34.50	48	72%	20.75	30	69%	49.7%
3	34.50	48	72%	20.75	30	69%	49.7%
4	33.75	48	70%	21.25	30	71%	49.8%
5	35.00	48	73%	21.75	30	73%	52.9%
6	35.25	48	73%	21.75	30	73%	53.2%
7	34.00	48	71%	21.00	30	70%	49.6%
8	36.00	48	75%	22.75	30	76%	56.9%
9	34.00	48	71%	21.75	30	73%	51.4%
10	36.00	48	75%	22.75	30	76%	56.9%
11	34.00	48	71%	21.25	30	71%	50.2%
12	35.25	48	73%	21.75	30	73%	53.2%
13	36.25	48	76%	22.75	30	76%	57.3%
14	36.50	48	76%	22.75	30	76%	57.7%
15	36.00	48	75%	22.75	30	76%	56.9%
16	36.75	48	77%	23.00	30	77%	58.7%
17	35.50	48	74%	22.50	30	75%	55.5%
18	35.75	48	74%	23.50	30	78%	58.3%
19	34.25	48	71%	21.75	30	73%	51.7%
20	33.75	48	70%	21.25	30	71%	49.8%
21	35.50	48	74%	22.25	30	74%	54.9%
22	35.25	48	73%	20.75	30	69%	50.8%
23	35.50	48	74%	22.25	30	74%	54.9%
24	34.75	48	72%	21.75	30	73%	52.5%
25	34.25	48	71%	21.75	30	73%	51.7%
26	36.25	48	76%	22.75	30	76%	57.3%
27	35.50	48	74%	22.75	30	76%	56.1%
28	33.75	48	70%	21.50	30	72%	50.4%
29	36.00	48	75%	22.25	30	74%	55.6%
30	34.75	48	72%	21.50	30	72%	51.9%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa la productividad que se alcanzó en el mes 01 de evaluación esto es antes de la implementación en promedio de la productividad es de 53.5 % junto a un eficiencia de 73.09% y una Eficacia de 73.2%.

Tabla 12 Datos de Eficiencia y Eficacia Antes Mes 2

Unidad	HM Útil	HM Total	Eficiencia	Qproducida	Qprogramada	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	34.35	48	71%	22.00	30	73%	52.1%
2	35.75	48	74%	21.50	30	72%	53.0%
3	35.30	48	73%	21.50	30	72%	52.3%
4	34.75	48	72%	22.00	30	73%	52.7%
5	36.00	48	74%	22.50	30	75%	55.9%
6	36.00	48	74%	22.50	30	75%	55.9%
7	34.50	48	71%	21.75	30	73%	51.7%
8	36.75	48	76%	23.50	30	78%	59.6%
9	35.00	48	72%	22.50	30	75%	54.3%
10	36.50	48	76%	23.50	30	78%	59.2%
11	34.37	48	71%	22.00	30	73%	52.1%
12	36.00	48	74%	22.50	30	75%	55.9%
13	37.00	48	77%	23.50	30	78%	60.0%
14	37.05	48	77%	23.50	30	78%	60.1%
15	36.75	48	76%	23.50	30	78%	59.6%
16	37.25	48	77%	23.75	30	79%	61.0%
17	36.25	48	75%	23.25	30	78%	58.1%
18	37.25	48	77%	24.25	30	81%	62.3%
19	35.20	48	73%	22.50	30	75%	54.6%
20	34.25	48	71%	22.00	30	73%	51.9%
21	35.37	48	73%	23.00	30	77%	56.1%
22	36.00	48	74%	21.50	30	72%	53.4%
23	36.35	48	75%	23.00	30	77%	57.7%
24	35.25	48	73%	22.50	30	75%	54.7%
25	35.00	48	72%	22.50	30	75%	54.3%
26	37.25	48	77%	23.50	30	78%	60.4%
27	36.37	48	75%	23.50	30	78%	58.9%
28	34.50	48	71%	22.25	30	74%	52.9%
29	36.75	48	76%	23.00	30	77%	58.3%
30	35.75	48	74%	22.25	30	74%	54.9%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa la productividad que se alcanzó en el mes 02 de evaluación esto es antes de la implementación en promedio de la productividad es de 56.5 % junto a un eficiencia de 74.64% y una Eficacia de 75.7%. En relación a la productividad el mes anterior se ha tenido un ligero incremento esto por el aprovechamiento de las horas máquina.

Tabla 13 Datos de Eficiencia y Eficacia Antes Mes 3

Unidad	HM Útil	HM Total	Eficiencia	Qproducida	Qprogramada	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	34.10	48	71%	21.50	30	72%	50.9%
2	35.50	48	74%	21.00	30	70%	51.8%
3	35.05	48	73%	21.00	30	70%	51.1%
4	34.50	48	72%	21.50	30	72%	51.5%
5	35.75	48	74%	22.00	30	73%	54.6%
6	35.75	48	74%	22.00	30	73%	54.6%
7	34.25	48	71%	21.25	30	71%	50.5%
8	36.50	48	76%	23.00	30	77%	58.3%
9	34.75	48	72%	22.00	30	73%	53.1%
10	36.25	48	76%	23.00	30	77%	57.9%
11	34.12	48	71%	21.50	30	72%	50.9%
12	35.75	48	74%	22.00	30	73%	54.6%
13	36.75	48	77%	23.00	30	77%	58.7%
14	36.80	48	77%	23.00	30	77%	58.8%
15	36.50	48	76%	23.00	30	77%	58.3%
16	37.00	48	77%	23.25	30	78%	59.7%
17	36.00	48	75%	22.75	30	76%	56.9%
18	37.00	48	77%	23.75	30	79%	61.0%
19	34.95	48	73%	22.00	30	73%	53.4%
20	34.00	48	71%	21.50	30	72%	50.8%
21	35.12	48	73%	22.50	30	75%	54.9%
22	35.75	48	74%	21.00	30	70%	52.1%
23	36.10	48	75%	22.50	30	75%	56.4%
24	35.00	48	73%	22.00	30	73%	53.5%
25	34.75	48	72%	22.00	30	73%	53.1%
26	37.00	48	77%	23.00	30	77%	59.1%
27	36.12	48	75%	23.00	30	77%	57.7%
28	34.25	48	71%	21.75	30	73%	51.7%
29	36.50	48	76%	22.50	30	75%	57.0%
30	35.50	48	74%	21.75	30	73%	53.6%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa la productividad que se alcanzó en el mes 03 de evaluación esto es antes de la implementación en promedio de la productividad es de 54.9 % junto a un eficiencia de 74.12% y una Eficacia de 74 %. En relación a la productividad el mes anterior se ha tenido una bajada de estos indicadores.

Tabla 14 Datos de Disponibilidad y confiabilidad Antes Mes 1

Unidad	MTBF	MTTR	Disponibilidad	MTBF	T	Confiabilidad
1	8.00	1.2	87.3%	8.00	2	78%
2	6.86	1.1	85.7%	6.86	2	75%
3	9.60	1.2	88.9%	9.60	2	81%
4	8.00	1.0	88.9%	8.00	2	78%
5	8.00	1.2	87.3%	8.00	2	78%
6	6.86	1.1	85.7%	6.86	2	75%
7	9.60	1.2	88.9%	9.60	2	81%
8	9.60	1.2	88.9%	9.60	2	81%
9	8.00	1.2	87.3%	8.00	2	78%
10	8.00	1.2	87.3%	8.00	2	78%
11	9.60	1.4	87.3%	9.60	2	81%
12	6.86	0.9	88.9%	6.86	2	75%
13	6.86	0.9	88.9%	6.86	2	75%
14	8.00	1.2	87.3%	8.00	2	78%
15	9.60	1.4	87.3%	9.60	2	81%
16	8.00	0.8	90.6%	8.00	2	78%
17	9.60	1.2	88.9%	9.60	2	81%
18	8.00	1.2	87.3%	8.00	2	78%
19	9.60	1.2	88.9%	9.60	2	81%
20	12.00	1.3	90.6%	12.00	2	85%
21	8.00	1.2	87.3%	8.00	2	78%
22	9.60	1.2	88.9%	9.60	2	81%
23	8.00	1.2	87.3%	8.00	2	78%
24	9.60	1.2	88.9%	9.60	2	81%
25	9.60	1.4	87.3%	9.60	2	81%
26	8.00	1.2	87.3%	8.00	2	78%
27	6.86	1.1	85.7%	6.86	2	75%
28	8.00	1.2	87.3%	8.00	2	78%
29	9.60	1.2	88.9%	9.60	2	81%
30	8.00	1.2	87.3%	8.00	2	78%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa la disponibilidad que se alcanzó en el mes 01 antes de la implementación del mantenimiento productivo total en promedio es de 88.01 % junto a la confiabilidad de 79.10%. Todo esto sin aun implementar ninguna herramienta.

Tabla 15 Datos de Disponibilidad y confiabilidad Antes Mes 2

Unidad	MTBF	MTTR	Disponibilidad	MTBF	T	Confiabilidad
1	8.73	1.2	88.1%	8.73	2	80%
2	7.38	1.2	86.5%	7.38	2	76%
3	10.67	1.2	89.7%	10.67	2	83%
4	8.73	1.0	89.7%	8.73	2	80%
5	8.73	1.2	88.1%	8.73	2	80%
6	7.38	1.2	86.5%	7.38	2	76%
7	10.67	1.2	89.7%	10.67	2	83%
8	10.67	1.2	89.7%	10.67	2	83%
9	8.73	1.2	88.1%	8.73	2	80%
10	8.73	1.2	88.1%	8.73	2	80%
11	10.67	1.4	88.1%	10.67	2	83%
12	7.38	0.8	89.7%	7.38	2	76%
13	7.38	0.8	89.7%	7.38	2	76%
14	8.73	1.2	88.1%	8.73	2	80%
15	10.67	1.4	88.1%	10.67	2	83%
16	8.73	0.8	91.4%	8.73	2	80%
17	10.67	1.2	89.7%	10.67	2	83%
18	8.73	1.2	88.1%	8.73	2	80%
19	10.67	1.2	89.7%	10.67	2	83%
20	13.71	1.3	91.4%	13.71	2	86%
21	8.73	1.2	88.1%	8.73	2	80%
22	10.67	1.2	89.7%	10.67	2	83%
23	8.73	1.2	88.1%	8.73	2	80%
24	10.67	1.2	89.7%	10.67	2	83%
25	10.67	1.4	88.1%	10.67	2	83%
26	8.73	1.2	88.1%	8.73	2	80%
27	7.38	1.2	86.5%	7.38	2	76%
28	8.73	1.2	88.1%	8.73	2	80%
29	10.67	1.2	89.7%	10.67	2	83%
30	8.73	1.2	88.1%	8.73	2	80%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se puede apreciar la muestra tomada en el mes 02 antes de la implementación del mantenimiento productivo total. En cuanto a la disponibilidad se ve un promedio de los 30 días de 88.84 % en cuanto a la confiabilidad el prometió es de 80.8%. Demostrándonos esto en comparación al mes anterior que no hay casi ninguna variación.

Tabla 16 Datos de Disponibilidad y confiabilidad Antes Mes 3

Unidad	MTBF	MTTR	Disponibilidad	MTBF	T	Confiabilidad
1	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
2	8.0	1.167	87%	8.00	2	78%
3	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
4	9.6	1.000	91%	9.60	2	81%
5	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
6	8.0	1.167	87%	8.00	2	78%
7	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
8	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
9	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
10	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
11	12.0	1.500	89%	12.00	2	85%
12	8.0	0.833	91%	8.00	2	78%
13	8.0	0.833	91%	8.00	2	78%
14	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
15	12.0	1.500	89%	12.00	2	85%
16	9.6	0.800	92%	9.60	2	81%
17	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
18	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
19	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
20	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
21	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
22	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
23	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
24	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
25	12.0	1.500	89%	12.00	2	85%
26	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
27	8.0	1.167	87%	8.00	2	78%
28	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
29	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
30	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se observa que en cuanto a la disponibilidad y la confiabilidad muestras tomadas en el mes 3 se ve una ligera mejoría en cuanto a la disponibilidad siendo este del 89.68 % que en comparación a los meses anteriores se nota la mejoría esto también se puede observar en la confiabilidad con un 82.55 %. Los datos son tomados 03 meses antes de la implementación.



#### 2.7.4 Resultados de la implementación

Al finalizar la implementación se toma nuevamente la muestra en los meses siguientes y se puede evidenciar el gran cambio que ha tenido y el incremento de la eficiencia, la eficacia, la disponibilidad y confiabilidad.

Tabla 17 Datos de Eficiencia y Eficacia Primer Mes Después

Unidad	HM Útil	HM Total	Eficiencia	Qproducida	Qprogramada	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	36.00	48	75%	22.00	30	73%	55.0%
2	37.00	48	77%	23.00	30	77%	59.1%
3	36.50	48	76%	22.50	30	75%	57.0%
4	36.50	48	76%	22.50	30	75%	57.0%
5	38.50	48	80%	24.00	30	80%	64.2%
6	36.00	48	75%	22.00	30	73%	55.0%
7	38.25	48	80%	23.75	30	79%	63.1%
8	38.00	48	79%	23.00	30	77%	60.7%
9	39.50	48	82%	24.00	30	80%	65.8%
10	39.25	48	82%	23.50	30	78%	64.1%
11	36.75	48	77%	23.00	30	77%	58.7%
12	37.00	48	77%	23.50	30	78%	60.4%
13	37.50	48	78%	23.75	30	79%	61.8%
14	38.00	48	79%	23.00	30	77%	60.7%
15	38.50	48	80%	23.50	30	78%	62.8%
16	39.00	48	81%	24.25	30	81%	65.7%
17	38.50	48	80%	23.00	30	77%	61.5%
18	37.00	48	77%	22.75	30	76%	58.5%
19	36.85	48	77%	22.75	30	76%	58.2%
20	38.00	48	79%	23.00	30	77%	60.7%
21	38.50	48	80%	23.50	30	78%	62.8%
22	39.00	48	81%	24.25	30	81%	65.7%
23	39.00	48	81%	24.25	30	81%	65.7%
24	38.00	48	79%	23.00	30	77%	60.7%
25	37.50	48	78%	22.75	30	76%	59.2%
26	39.00	48	81%	24.25	30	81%	65.7%
27	39.50	48	82%	24.50	30	82%	67.2%
28	38.50	48	80%	23.50	30	78%	62.8%
29	37.75	48	79%	23.75	30	79%	62.3%
30	38.75	48	81%	24.00	30	80%	64.6%

Fuente: Elaboración Propia

La Siguiete tabla lo que se muestra es los resultados del primes mes después de la implementación del Mantenimiento productivo Total en el análisis se puede mostrar la mejora de la productividad debido al incremento también de sus dos variables que es la eficiencia y la eficacia donde el promedio la productividad es de 61.5 % junto a un eficiencia de 79.03% y una Eficacia de 77.8 %. Esto indica que los Parámetros establecidos están dando resultados.

Tabla 18 Datos de Eficiencia y Eficacia Segundo Mes Después

Unidad	HM Útil	HM Total	Eficiencia	Qproducida	Qprogramada	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	39.50	48	82%	24.50	30	82%	67.2%
2	40.75	48	85%	24.25	30	81%	68.6%
3	40.50	48	84%	24.00	30	80%	67.5%
4	41.00	48	85%	24.75	30	83%	70.5%
5	39.75	48	83%	24.00	30	80%	66.3%
6	39.00	48	81%	24.50	30	82%	66.4%
7	40.50	48	84%	24.00	30	80%	67.5%
8	40.00	48	83%	23.75	30	79%	66.0%
9	40.00	48	83%	23.75	30	79%	66.0%
10	40.50	48	84%	25.00	30	83%	70.3%
11	41.00	48	85%	24.75	30	83%	70.5%
12	41.00	48	85%	24.75	30	83%	70.5%
13	40.00	48	83%	23.75	30	79%	66.0%
14	41.50	48	86%	25.00	30	83%	72.0%
15	41.75	48	87%	25.00	30	83%	72.5%
16	41.25	48	86%	25.00	30	83%	71.6%
17	39.50	48	82%	24.50	30	82%	67.2%
18	39.00	48	81%	24.00	30	80%	65.0%
19	41.00	48	85%	25.25	30	84%	71.9%
20	39.00	48	81%	24.00	30	80%	65.0%
21	40.00	48	83%	25.50	30	85%	70.8%
22	41.00	48	85%	25.25	30	84%	71.9%
23	39.50	48	82%	25.00	30	83%	68.6%
24	41.75	48	87%	26.00	30	87%	75.4%
25	41.50	48	86%	26.00	30	87%	74.9%
26	41.50	48	86%	26.00	30	87%	74.9%
27	41.50	48	86%	26.00	30	87%	74.9%
28	40.00	48	83%	25.50	30	85%	70.8%
29	41.00	48	85%	25.25	30	84%	71.9%
30	41.50	48	86%	26.00	30	87%	74.9%

Fuente: Elaboración Propia

La tabla muestra un incremento de la productividad en el segundo mes respecto al primero también se aprecia un aumento de las horas máquina, es decir se acercan más a las horas totales Eso es lo que hará la diferencia en el cálculo de la productividad final del mes donde promedio de la productividad es de 69.9 % junto a un eficiencia de 84.83% y una Eficacia de 82.8 %..

Tabla 19 Datos de Eficiencia y Eficacia Tercer Mes Después

Unidad	HM Útil	HM Total	Eficiencia	Qproducida	Qprogramada	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	41.50	48	86%	26.00	30	87%	74.9%
2	41.75	48	87%	26.25	30	88%	76.1%
3	43.00	48	90%	26.75	30	89%	79.9%
4	43.50	48	91%	27.00	30	90%	81.6%
5	43.25	48	90%	26.75	30	89%	80.3%
6	43.50	48	91%	27.25	30	91%	82.3%
7	42.00	48	88%	26.25	30	88%	76.6%
8	43.25	48	90%	27.00	30	90%	81.1%
9	43.75	48	91%	27.25	30	91%	82.8%
10	44.25	48	92%	27.50	30	92%	84.5%
11	43.00	48	90%	26.75	30	89%	79.9%
12	44.25	48	92%	27.50	30	92%	84.5%
13	43.00	48	90%	26.75	30	89%	79.9%
14	42.75	48	89%	27.00	30	90%	80.2%
15	43.00	48	90%	26.75	30	89%	79.9%
16	44.25	48	92%	27.50	30	92%	84.5%
17	42.00	48	88%	26.25	30	88%	76.6%
18	41.50	48	86%	26.00	30	87%	74.9%
19	42.00	48	88%	26.00	30	87%	75.8%
20	43.00	48	90%	26.75	30	89%	79.9%
21	43.00	48	90%	26.75	30	89%	79.9%
22	44.00	48	92%	27.25	30	91%	83.3%
23	42.00	48	88%	26.00	30	87%	75.8%
24	44.00	48	92%	27.25	30	91%	83.3%
25	43.50	48	91%	26.75	30	89%	80.8%
26	43.75	48	91%	27.25	30	91%	82.8%
27	43.50	48	91%	26.75	30	89%	80.8%
28	43.50	48	91%	26.75	30	89%	80.8%
29	44.00	48	92%	27.25	30	91%	83.3%
30	43.50	48	91%	27.00	30	90%	81.6%

Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla es la última muestra que se toma y tiene un incremento significativo en comparación a las otras muestras tomadas esto en cuanto a la productividad y es que los tiempos de las horas maquina son esta nueva muestra más cercana a las horas maquinas totales en ese sentido la productividad es de 26.8 % junto a una mejor eficiencia de 89.81% y una Eficacia de 89.4 %.

Tabla 20 Datos de Disponibilidad y Confiabilidad Primer Mes Después

Unidad	MTBF	MTTR	Disponibilidad	MTBF	Tiempo	Confiabilidad
1	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
2	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
3	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
4	12.0	1.000	92%	12.00	2	85%
5	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
6	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
7	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
8	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
9	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
10	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
11	16.0	1.667	91%	16.00	2	88%
12	9.6	0.800	92%	9.60	2	81%
13	9.6	0.800	92%	9.60	2	81%
14	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
15	16.0	1.667	91%	16.00	2	88%
16	12.0	0.750	94%	12.00	2	85%
17	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
18	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
19	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
20	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
21	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
22	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
23	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
24	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
25	16.0	1.667	91%	16.00	2	88%
26	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
27	9.6	1.200	89%	9.60	2	81%
28	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
29	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
30	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla se puede apreciar una mejora en cuando a la confiabilidad del equipo dando como resultado promedio de 85.64% y al disponibilidad de 91.27% esto es con respecto a los datos tomados antes de la implementación.

Tabla 21 Datos de Disponibilidad y Confiabilidad Segundo Mes Después

Unidad	MTBF	MTTR	Disponibilidad	MTBF	Tiempo	Confiabilidad
1	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
2	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
3	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
4	16.0	1.000	94%	16.00	2	88%
5	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
6	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
7	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
8	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
9	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
10	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
11	24.0	2.000	92%	24.00	2	92%
12	12.0	0.750	94%	12.00	2	85%
13	12.0	0.750	94%	12.00	2	85%
14	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
15	24.0	2.000	92%	24.00	2	92%
16	16.0	0.667	96%	16.00	2	88%
17	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
18	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
19	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
20	48.0	2.000	96%	48.00	2	96%
21	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
22	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
23	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
24	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
25	24.0	2.000	92%	24.00	2	92%
26	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
27	12.0	1.250	91%	12.00	2	85%
28	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
29	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
30	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla se puede apreciar una mejora en cuando a la confiabilidad del equipo dando como resultado promedio de 93.04% y la disponibilidad de 89.28% esto es con respecto al mes 01 después de la implementación

Tabla 22 Datos de Disponibilidad y Confiabilidad Tercer Mes Después

Unidad	MTBF	MTTR	Disponibilidad	MTBF	T	Confiabilidad
1	24.0	1.000	96%	24.00	2	92%
2	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
3	48.0	1.000	98%	48.00	2	96%
4	24.0	1.000	96%	24.00	2	92%
5	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
6	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
7	48.0	2.000	96%	48.00	2	96%
8	48.0	2.000	96%	48.00	2	96%
9	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
10	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
11	48.0	3.000	94%	48.00	2	96%
12	16.0	0.667	96%	16.00	2	88%
13	16.0	0.667	96%	16.00	2	88%
14	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
15	48.0	3.000	94%	48.00	2	96%
16	24.0	0.500	98%	24.00	2	92%
17	48.0	2.000	96%	48.00	2	96%
18	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
19	48.0	2.000	96%	48.00	2	96%
20	48.0	1.000	98%	48.00	2	96%
21	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
22	48.0	2.000	96%	48.00	2	96%
23	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
24	48.0	2.000	96%	48.00	2	96%
25	48.0	3.000	94%	48.00	2	96%
26	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
27	16.0	1.333	92%	16.00	2	88%
28	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%
29	48.0	2.000	96%	48.00	2	96%
30	24.0	1.500	94%	24.00	2	92%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla se puede ver que los resultados después de la implementación se han elevado considerablemente dando como resultado de una confiabilidad promedio de 95.01% y la mantenibilidad de 92.94% en comparación a los datos tomados antes de la implementación

### 2.7.5 Análisis Económico Financiero

En este análisis se realiza a través del Valor Actual Neto y la Tasa Interna esto se aplica en proyectos que interviene inversión nos ayudara a calcular la rentabilidad de dicho proyecto un análisis económico que nos dirá si el proyecto económicamente es viable. A este análisis también se le llama índice neto de rentabilidad.

Tabla 23: Análisis de tasa interno de retorno y valor actual neto del proyecto

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
△ Venta		S/. 8,438.38	S/. 23,320.60	S/. 40,274.06	S/. 42,422.01	S/. 46,487.78	S/. 50,860.39	S/. 52,778.20	S/. 50,323.40	S/. 55,463.14	S/. 58,761.78	S/. 58,531.64	S/. 61,063.15
△ Costo variable		S/. 412.50	S/. 1,140.00	S/. 1,968.75	S/. 2,073.75	S/. 2,272.50	S/. 2,486.25	S/. 2,580.00	S/. 2,460.00	S/. 2,711.25	S/. 2,872.50	S/. 2,861.25	S/. 2,985.00
△ Margen contribución		S/. 8,025.88	S/. 22,180.60	S/. 38,305.31	S/. 40,348.26	S/. 44,215.28	S/. 48,374.14	S/. 50,198.20	S/. 47,863.40	S/. 52,751.89	S/. 55,889.28	S/. 55,670.39	S/. 58,078.15
Costo de mantenimiento		S/. 4,832.75	S/. 4,832.75	S/. 4,832.75	S/. 4,832.75	S/. 4,832.75	S/. 4,832.75	S/. 4,832.75	S/. 4,832.75	S/. 4,832.75	S/. 4,832.75	S/. 4,832.75	S/. 4,832.75
Inversión	-S/. 17,463.50	S/. 3,193.13	S/. 17,347.85	S/. 33,472.56	S/. 35,515.51	S/. 39,382.53	S/. 43,541.39	S/. 45,365.45	S/. 43,030.65	S/. 47,919.14	S/. 51,056.53	S/. 50,837.64	S/. 53,245.40

Inversión	S/. 17,463.50
N:	12 Meses
I:	10%

VAN	S/. 216,358.40
TIR	91%

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla 20 se puede concluir de acuerdo a los resultados arrojados en el valor actual neto es que el proyecto es viable que muy aparte de la inversión realizada no se tiene los números en rojo y respecto a la tasa interna de retorno nuestro proyecto al no tener signo negativo en el porcentaje nos muestra una vez más que el proyecto será rentable en el análisis de 12 meses.

Tabla 24: Costos de la Implementación y sostenimiento del proyecto

COSTOS DE IMPLEMENTACION DEL TPM		COSTOS DE MANTENER EL TPM	
HERRAMIENTAS	S/. 3,160.00	MANTENIMIENTO AUTONOMO	S/. 34,694.00
MATERIALES	S/. 4,200.00	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	S/. 23,299.00
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	S/. 3,520.00	TOTAL INVERSIÓN	S/. 57,993.00
CAPACITACIONES	S/. 6,583.50		
TOTAL INVERSIÓN	S/. 17,463.50		

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 21 se puede observar los costos de la implementación y sostenimiento del proyecto al cabo de un año para ver los detalles de los costos de la implementación véase la tabla 5,6 y 7 y para el otro costo véase el anexo 12 y 13.



### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Análisis descriptivo

Tabla 25 Análisis de la eficiencia, Eficacia y la productividad antes de la implementación

Datos antes Productividad							
Unidad	HM Útil	HM Total	Eficiencia	Qproducida	Qprogramada	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
MES 1	1052.50	1440.00	73.09%	658.50	900.00	73.17%	53.48%
MES 2	1075.36	1440.00	74.68%	681.00	900.00	75.67%	56.55%
MES 3	1067.36	1440.00	74.12%	666.00	900.00	74.00%	54.85%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25 Podemos ver un resumen de la eficiencia la eficacia y la productividad respecto a los meses 1, mes 2 y mes 3 antes de la implementación de mantenimiento productivo total, donde se puede ver que los índices de los indicadores para hallar la productividad se encuentran muy por debajo.

Tabla 26 Análisis de la eficiencia, Eficacia y la productividad después de la implementación

Datos Despues Productividad							
Unidad	HM Útil	HM Total	Eficiencia	Qproducida	Qprogramada	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
MES 1	1138.10	1440.00	79.03%	700.50	900.00	77.83%	61.52%
MES 2	1215.75	1440.00	84.43%	745.00	900.00	82.78%	69.89%
MES 3	1293.25	1440.00	89.81%	804.25	900.00	89.36%	80.25%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 26 se puede apreciar los resultados del mes 1 del mes 2 y el mes 3 después de la implementación del mantenimiento productivo total, donde los resultados que se muestran son bastante favorables en comparación al análisis realizado en los meses antes

Tabla 27 Análisis de disponibilidad y confiabilidad antes de la implementación.

Datos antes de disponibilidad y confiabilidad						
Unidad	MTBF	MTTR	Disponibilidad	MTBF	T	Confiabilidad
MES 1	255.89	34.86	88%	255.89	60	79%
MES 2	281.43	35.37	89%	281.43	60	81%
MES 3	312.80	36.00	90%	312.80	60	83%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27 Podemos ver un resumen de la Confiabilidad y la disponibilidad respecto a los meses 1, mes 2 y mes 3 antes de la implementación de mantenimiento productivo total, donde se aprecian los tiempos promedio entre fallas y lo que demoran en repararlo para finalmente conseguir los resultados de los indicadores.

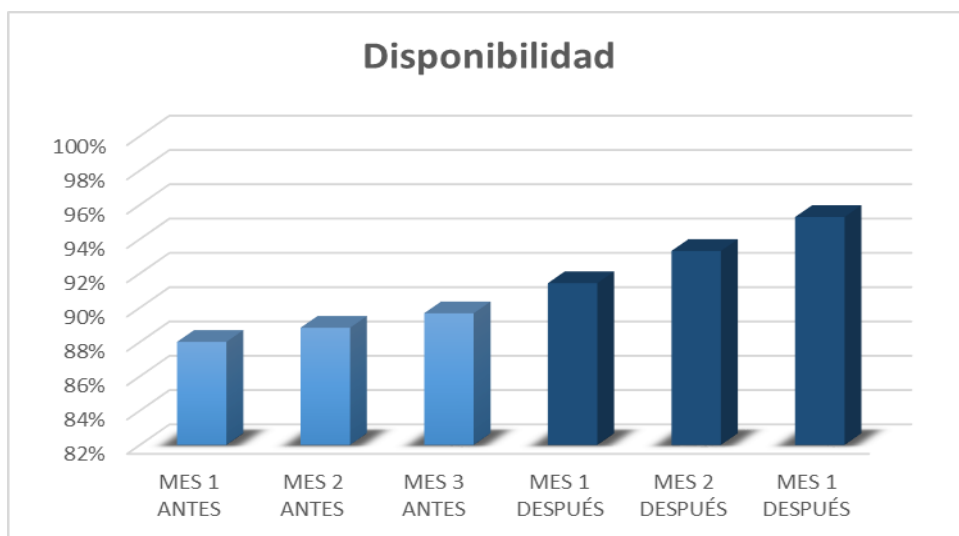
Tabla 28 Análisis de disponibilidad y confiabilidad Después de la implementación.

Datos Despues de disponibilidad y confiabilidad						
Unidad	MTBF	MTTR	Disponibilidad	MTBF	T	Confiabilidad
MES 1	404.00	37.87	91%	404.00	60	86%
MES 2	580.00	41.58	93%	580.00	60	90%
MES 3	968.00	47.83	95%	968.00	60	94%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla se puede apreciar el incremento de la disponibilidad y la confiabilidad esto después de la implementación del mantenimiento productivo total donde la disponibilidad aumento de 88% a 95% en el caso de la confiabilidad de un 79% a un 94% siendo un 7% y 15% de aumento de disponibilidad y confiabilidad respectivamente.

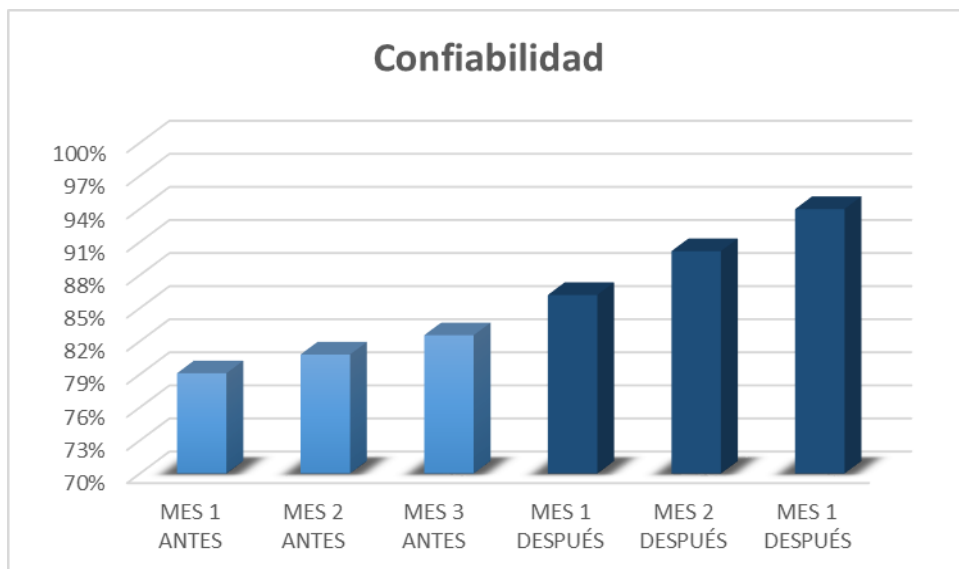
Figura 19: Disponibilidad Antes y Después



Fuente: Elaboración propia

En la figura se aprecia el antes y el después de la disponibilidad de las maquinas se puede apreciar el incremento en los 03 meses posteriores a la aplicación del mantenimiento productivo total.

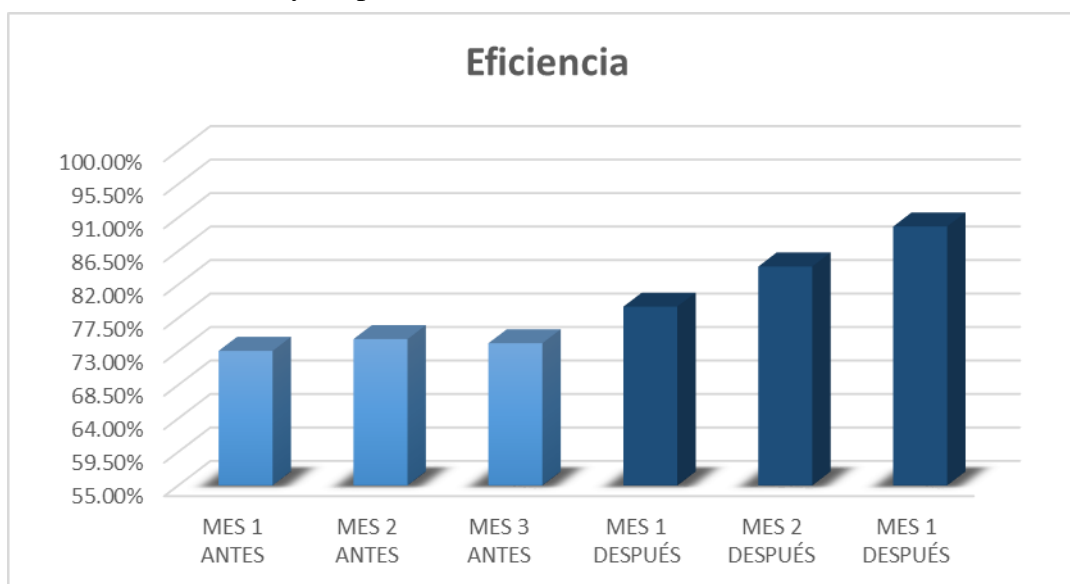
Figura 20: Confiabilidad Antes y Después



Fuente: Elaboración propia

En la figura 20 se aprecia el aumento de la confiabilidad en los meses posteriores a la aplicación de la metodología que se muestras de color azul con el rotulo de mes después

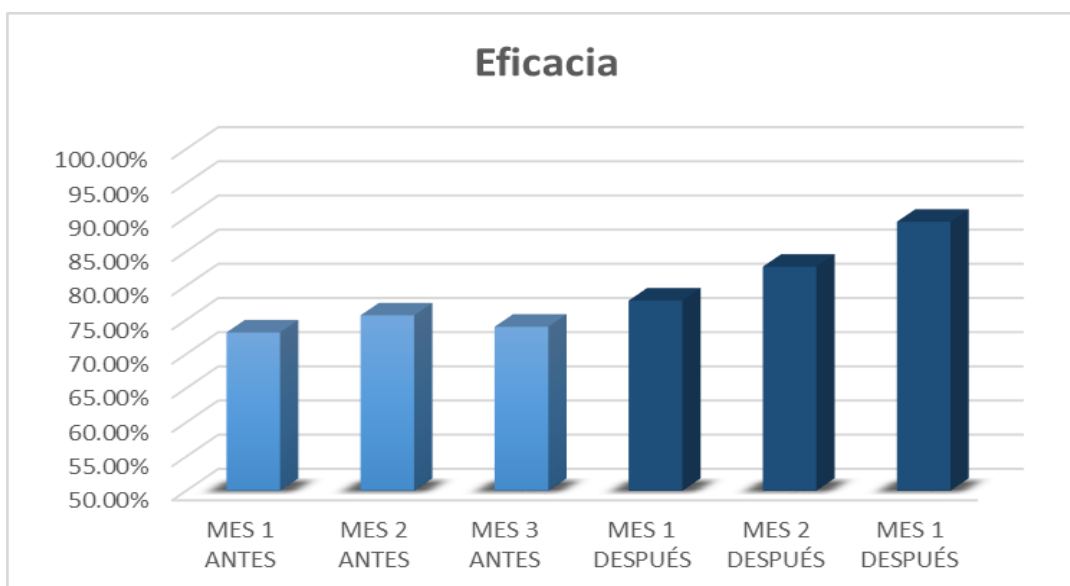
Figura 21: Eficiencia antes y después



Fuente: Elaboración propia

El cuadro se aprecia uno de los indicadores de la productividad y su aumento en el transcurso de los meses posteriores a la implementación del mantenimiento productivo total hasta llegar cerca al 90 %.

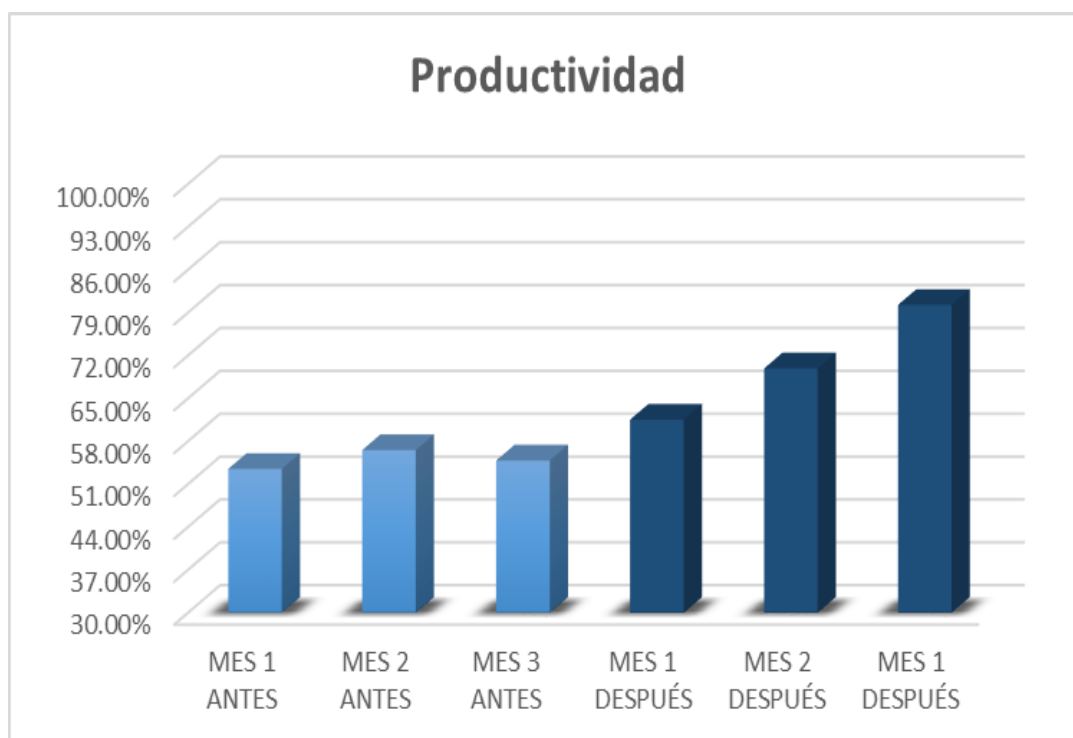
Figura 22: Eficacia antes y después



Fuente: Elaboración propia

La tabla de eficacia también nos muestra los incrementos después de la implementación del mantenimiento productivo total con la barra de color azul que está en ascenso.

Figura 23: Productividad antes y después.



Fuente: Elaboración propia

Después de ver los indicadores en las figuras 21, 22 finalmente podemos apreciar en esta figura como la productividad ha ido en ascenso después de la implementación del mantenimiento productivo total hasta alcanzar cerca al 81 % de los casi 55% en que se encontraba.

### 3.2. Análisis inferencial

#### 3.2.1. Análisis de la hipótesis general

Ha: La aplicación del TPM mejora La productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa Invemet S.R.L.

Con el propósito de poder contrastar nuestra hipótesis general, necesitamos saber si nuestra muestra de la productividad del antes y el después son un comportamiento paramétrico o no paramétrico, para esto por ser los datos igual a 30 en ambos casos, se realizará al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk

Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , nos indicaran que los datos tendrán un comportamiento no paramétrico.

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , nos indicaran que los datos tendrán un comportamiento paramétrico.

Tabla 29: Análisis de normalidad de productividad antes y después con Kolmogorov-Smirnov

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
		Productividad (A)	Productividad (D)
N		90	90
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	0.5500	0.7063
	Desviación estándar	0.03369	0.08359
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0.146	0.124
	Positivo	0.146	0.110
	Negativo	-0.080	-0.124
Estadístico de prueba		0.146	0.124
Sig. asintótica (bilateral)		,000 <sup>c</sup>	,002 <sup>c</sup>

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

De la tabla 29 se puede concluir que los valores de la productividad antes y la productividad después tienen un valor menor a 0.05, por ello y en consecuencia a la regla de decisión, queda en base a esto que el comportamiento es no paramétrico. Pero lo que se quiere saber es que si la productividad ha mejorado entonces se procederá al análisis con el estadígrafo Wilcoxon

Contrastación de la hipótesis general

Ho: La aplicación del TPM no mejora La productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

Ha: La aplicación del TPM mejora La productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L

$$H_o: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 30: Comparación de medianas de productividad antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Productividad (A)	90	0.5500	0.03369	0.50	0.64
Productividad (D)	90	0.7063	0.08359	0.55	0.85

En la tabla 30 se puede demostrar que la productividad Antes (0.5500) es mucho menor que la media en la productividad Después (0.7063), por lo tanto no se considera que:  $H_o: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , siendo así se rechaza la hipótesis nula que dice: La aplicación del TPM no mejora La

productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos, y aceptamos la hipótesis quedando demostrado así que: La aplicación del TPM mejora la productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L

A fin de quedar satisfechos con análisis anterior, procederemos también a realizar el análisis mediante el pvalor o lo que también vendría a ser la significancia a los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon.

Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla 31 Estadístico de prueba – Wilcoxon

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
Productividad (A) - Productividad (D)	
Z	-8,195 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	0.000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

En la tabla 31 mostramos una vez más que de acuerdo a las reglas establecidas el valor de significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad antes y después es de 0.000 es por eso y de acuerdo a las reglas de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que La aplicación del TPM mejora la productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L

#### 3.2.1.1. Análisis de la primera hipótesis específica H1

H<sub>a1</sub>: La aplicación del TPM mejora la Eficiencia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

Se realizará de la misma manera que con la hipótesis general, se analizara las datos de un antes y un después, determinaremos si los datos tienen un comportamiento paramétrico o no



paramétrico a través de las reglas de decisión que estableceremos y por ser nuestros datos iguales a 90 utilizaremos el estadígrafo Kolmogorov-Smirnov

Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , nos indicaran que los datos tendrán un comportamiento no paramétrico.

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , nos indicaran que los datos tendrán un comportamiento paramétrico.

Tabla 32: Análisis de normalidad de eficiencia antes y después con Kolmogorov-Smirnov  $H_{a1}$

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Eficiencia (A)	Eficiencia (D)
N		90	90
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	0.7394	0.8437
	Desviación estándar	0.02190	0.04900
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0.113	0.119
	Positivo	0.113	0.087
	Negativo	-0.104	-0.119
Estadístico de prueba		0.113	0.119
Sig. asintótica (bilateral)		.007 <sup>c</sup>	.003 <sup>c</sup>

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

En la tabla 32, Podemos verificar que la significancia de la eficiencia antes nos da como resultado 0.007 y la eficacia después es de 0.003 siendo así estos dos resultados menores a 0.05 de acuerdo a las reglas de decisión establecidas, donde nos indica que si el resultados es menor a 0.05 el comportamientos es no paramétrico, es así que si queremos ver si la eficiencia antes respecto a la eficiencia después a mejorado analizaremos este resultado con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis específica  $H_1$

$H_{01}$ : La aplicación del TPM no mejora la Eficiencia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

$H_{a1}$ : La aplicación del TPM mejora la Eficiencia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

Regla de decisión

$H_0$ :  $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

$H_a$ :  $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla 33 Comparación de medias de eficiencia antes y después con wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficiencia (A)	90	0.7394	0.02190	0.70	0.79
Eficiencia (D)	90	0.8437	0.04900	0.75	0.92

Con la tabla 33 se puede demostrar que la eficiencia tomada antes (0.7394) respecto a la eficiencia tomada después (0.8437) es mucho mayor por lo tanto no se cumple con lo establecido donde se indica que  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , cumpliéndose esto entonces rechazamos la hipótesis nula el cual menciona que la aplicación del TPM no mejora la Eficiencia en la línea de producción de cilindros hidráulicos y se acepta la hipótesis, quedando de esta manera demostrado que la aplicación del TPM mejora la Eficiencia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

A fin de quedar satisfechos con análisis anterior, procederemos también a realizar el análisis mediante el pvalor o lo que también vendría a ser la significancia a los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon.

Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla 34: Estadístico de prueba – Wilcoxon

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
Eficiencia (D) - Eficiencia (A)	
Z	-8,243 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	0.000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

De la tabla 34, se puede concluir que la significancia realizada con la prueba de Wilcoxon a la eficiencia antes y a la eficiencia después es de 0.000 y de acuerdo a la reglas de decisión establecidas con este resultado se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación alterna donde nos indica que la aplicación del TPM mejora la Eficiencia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

### 3.2.1.2 Análisis de la segunda hipótesis específica H2

H<sub>01</sub>: La aplicación del TPM mejora la Eficacia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

Se realizará de la misma manera que con la segunda hipótesis, se analizará los datos de un antes y un después de eficacia, determinaremos si los datos tienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico a través de las reglas de decisión que estableceremos y por ser nuestros datos iguales a 90 utilizaremos el estadígrafo Kolmogorov-Smirnov

Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , nos indicarán que los datos tendrán un comportamiento no paramétrico.

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , nos indicarán que los datos tendrán un comportamiento paramétrico

Tabla 35 Análisis de normalidad de eficacia antes y después con Kolmogorov-Smirnov H<sub>02</sub>

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Eficacia (A)	Eficacia (D)
N		90	90
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	0.7436	0.8339
	Desviación estándar	0.02662	0.05240
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0.161	0.144
	Positivo	0.161	0.108
	Negativo	-0.106	-0.144
Estadístico de prueba		0.161	0.144
Sig. asintótica (bilateral)		.000 <sup>c</sup>	.000 <sup>c</sup>

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

En la tabla 35, se puede observar que la significancia de la eficacia antes nos da como resultado 0.000 y la eficacia después no da a 0.000 siendo estos dos resultados menores a 0.05 de acuerdo a las reglas de decisión estos resultados muestran que el comportamiento de ambos es no paramétrico y como se quiere conocer si hay algún cambio es decir si ha mejorado o no en el antes y después de eficacia analizaremos esto con el estadígrafo de Wilcoxon

Contrastación de la hipótesis específica H2

H<sub>01</sub>: La aplicación del TPM no mejora la Eficacia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

H<sub>01</sub>: La aplicación del TPM mejora la Eficacia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

### Regla de decisión

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 36 Comparación de medias de eficacia antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficacia (A)	90	0.7436	0.02662	0.69	0.81
Eficacia (D)	90	0.8339	0.05240	0.73	0.92

En la tabla 36 se puede observar que la eficacia antes nos da como resultado (0.7436) a diferencia de la eficacia tomada después (0.8339) siendo evidente el resultado que la eficacia a mejorado, por lo tanto no se cumple lo que se ha establecido en las reglas de decisión donde indican que  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , siendo así rechazamos la hipótesis nula el cual hace referencia a que la aplicación del TPM no mejora la Eficacia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en base a los resultados arrojados por el estadígrafo se cumple entonces que la aplicación del TPM mejora la Eficiencia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

Con el propósito de reconfirmar los resultados, procederemos también a realizar el análisis mediante el pvalor o lo que también vendría a ser la significancia a los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon.

### Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla 37: Estadístico de prueba – Wilcoxon

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
Eficacia (D) - Eficacia (A)	
Z	-8,152 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	0.000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

En la tabla 37 queda demostrado una vez más que la significancia realizada con la prueba de Wilcoxon( Sig. Asintótica) de la eficacia antes y la eficacia después (0.000) que se rechazara la hipótesis nula esto basado en las reglas de decisión establecidas y se aceptara la hipótesis de investigación alterna donde nos indica que la aplicación del TPM mejora la Eficiencia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

#### **IV. DISCUSIÓN**

En la presente investigación que por título lleva la aplicación del TPM para mejorar la productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L. la victoria, 2017. El cual ha sido contrastado con el trabajo de distintos autores como se señala en el apartado de trabajos previos, trabajos como los de Coronado (2016), Tuarez (2013)

De la tabla 30, se evidencia que la que la productividad se ha incrementado de manera muy evidente con un 28.42 % esto después de la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L. Resultado que coincide con la tesis de Coronado (2016) donde nos hace referencia como a aplicar el Mantenimiento productivo total a una flota vehicular pudo reducir las paradas de maquina haciendo que se optimicen de un 24 %. Lo que se traduce con esto es que una vez implementado el TPM nos va a dar como resultado siempre favorable la optimización de un recurso. De acuerdo a lo manifestado por (Cuatrecasas y Torrel, 2010, Pag.37). El TPM surgió como alternativa en la industria automotor y viendo grandes resultados pronto llego a formar parte de diferentes rubros en la industria con grandes características como la reducción o las llamadas cero averías de equipos, y no solo de estos si no de accidentes y de defectos consiguiendo grandes resultados en el aumento de la productividad, la reducción de costos llevando a repotenciar estas variables.

De la tabla 33 queda en evidencia que la eficiencia se ha incrementado en un 14.11 %, estos resultados se deben al incremento de los tiempos útiles de la maquina con diferencia a los tiempos totales de máquina de esta manera se logra el incremento en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L. de esta manera se logra coincidir con lo mencionado por (Tuarez 2013) donde indica que la implementación del mantenimiento productivo total le valió para incrementar la eficiencia de un 12.23 %. Según lo indicado por (Gutiérrez 2014, Pág. 20). La Eficacia siempre buscara reducir el desperdicio de los recursos, es decir se planifica las actividades que se realizará y con estos se alcanza lo que se planifico en un inicio.

Del análisis de la tabla 36 queda en evidencia que la eficacia se ha incrementado en un 12.14% esto se debe a que se logró mejorar y aumento la cantidad producida sobre la cantidad programada en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L.

Esto coincide con el trabajo de investigación de (Reaño 2015) donde se mejora la producción ejecutada sobre la producción planeada, gracias a esto logró una eficacia del 96.15 % en la empresa El molino latino S.A.C. como menciona (Gutiérrez 2014, Pág. 20), La eficacia siempre buscara lograr los objetivos trazados, es decir realizar lo planeado.



## **V. CONCLUSIONES**

Después de un análisis a los resultados obtenidos en el transcurso de la investigación podemos mencionar las siguientes conclusiones:

Al aplicar el Mantenimiento productivo total se logró incrementar el índice de productividad en un 28.42 % (ver tabla 30) en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L. La victoria. Mejorando los índices de productividad de 0.5497 a 0.8040

Al aplicar el Mantenimiento productivo total se logró incrementar el índice de eficiencia en un 14.11 % (Ver tabla 33) en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L. La victoria. Mejorando los índices de productividad de 0.7403 a 0.9000

Al aplicar el Mantenimiento productivo total se logró incrementar el índice de la eficacia en un 12.14% (Ver tabla 36) en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L. La victoria. Mejorando los índices de productividad de 0.7410 a 0.8947

## **VI. RECOMENDACIONES**

Una vez implementado el mantenimiento productivo total y con las bases asentadas podemos desarrollar las siguientes recomendaciones:

- Mantener en compromiso con la promoción del TPM y seguir con la implementación, ya que una implementación de esta envergadura es un proyecto a largo plazo, y más aún se tiene que trabajar en la confianza, en la actitud de querer seguir difundiendo esta nueva cultura dentro de la organización, esto será lo que hará la diferencia para lograr los resultados que se proponen.
- Se tiene que tomar como ejemplo la implementación del mantenimiento productivo total realizado en la línea de producción de cilindros hidráulicos y promover esto en otras áreas de la misma línea, ya que los problemas son casi los mismos donde se deseen mitigar accidentes, productos no conformes, fallas de máquinas, de esto manera siempre buscar incrementar la productividad o reducir los costos.
- Si se quiere lograr y perfeccionar la implementación del Mantenimiento Productivo Total en la empresa Invemet S.R.L. lo que se aconseja es cuantificar los resultados en corto, mediano y la largo plazo, teniendo esto se debe dar a conocer no solo al área correspondiente sino a toda la organización de esta manera se incentiva a otras áreas a mejorar sea con este indicador o buscar otro que se ajuste a los problemas que pueda aquejar dicha área, pero el objetivo es el incentivo, cambiar la filosofía de trabajo ingresando a la búsqueda de la mejora continua. Se aconseja también establecer objetivos ambiciosos con el fin de siempre lograr algo más.

## **VII. REFERENCIA**

ALLEN, David. Organízate con eficacia. Barcelona: Romaya Valls

ISBN: 97884966227086

BARBERO, Jose. Enciclopedia del reloj de bolsillo. Barcelona: Vigor

ISBN: 8497351894

CÁRCEL, Javier. La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial.

Valencia: Universidad politécnica de valencia, 2014. 313 pp.

ISBN: 9788494187278

CUATRECASAS, Lluís. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. Madrid: Díaz de santos.

ISBN 9788499693569

CUATRECASAS, Lluís y TORRELL, Francesca. TPM en un entorno Lean Management.

Barcelona: Profit.

ISBN: 9788415330172

DOUNCE, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. 2ª ed. Mexico DF :

Editorial Patria.

ISBN 9682610893

GÓMEZ, Carola. Mantenimiento productivo total. España: Editex

ISBN: 9781446745694

GONZALEZ, Francisco. Mantenimiento industrial avanzado. 2a ed. Madrid: Artegraf.

ISBN: 8496169499

GUTIERREZ, Humberto y De la Vara, Román. Análisis y diseño de Experimentos. España:

McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

ISBN: 9786071507259

MERINO, María y PINTADO Teresa. Herramientas para dimensionar los mercados la investigación cuantitativa. Madrid:ESIC  
ISBN: 9788416462773

MANDARIAGA, Francisco. Lean Manufacturing. Madrid: Bubok.  
ISBN: 9788468628141

PAREDES, Poul. Informática para pymes. Lima: Macro  
ISBN: 9786123040758

PRÁCTICAS de innovación y gestión de la calidad en las organizaciones [et al.]. Ecuador: Editorial área de innovación y desarrollo, S.L. ,93 pp.  
ISBN: 9788494668401

PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo, 1989. 333pp.  
ISBN: 9223059011

TORO, Francisco. Costos ABC y presupuestos herramientas para la productividad. Bogota: Ecoe Ediciones.  
ISBN: 9789586486675

TAMAYO, Mario. Investigación científica. 4a Ed. México DF: Limusa  
ISBN: 9681858727

Perú creció 2,2% en productividad en el 2016 [en línea]. *El comercio*. 03 de mayo de 2017.  
[Fecha de consulta: 05 de Noviembre de 2017].  
Disponible en:  
<https://elcomercio.pe/economia/ccl-peru-crecio-2-2-productividad-laboral-2016-422902>

Francia es el noveno país importador de máquina-herramienta del mundo [en línea]. interpresas.net. 05 de febrero de 2015.[Fecha de consulta: 05 de Noviembre de 2017].

Disponible en:

<http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/132736-Francia-es-el-noveno-pais-importador-de-maquina-herramienta-del-mundo.html>

ARANA R., Luis Mejora de productividad en el Área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad San Martín de Porres, Facultad de ingeniería y arquitectura. 2014, 251 pp

CALDERON, Patricia y ESPICHAN, Diana. Rediseño de procesos para a mejora del control, optimización de la productividad y reducción de los costos en el área de mantenimiento de la empresa de gases industriales AGA S.A. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. 145pp

CAVALCANTI, Migdaliz. Adaptación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana e Ciencias Aplicadas, 2006. 116 pp

CORONADO, José. Diseño del plan de mantenimiento para flota vehicular en empresa dedicada al rubro medio ambiental. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2016. 151pp

FERNANDEZ Consuelo y VERACIERTA David. Mejora a la productividad de las líneas de producción de una empresa de fabricación de cosméticos para bebés y productos farmacéuticos. Tesis (Título de Ingeniero Industrial).Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, 2005. 148pp.

GOMEZ Oscar Y GUALDRON Roberto. Herramientas de productividad aplicadas al mejoramiento de procesos en un laboratorio farmacéutico. Tesis (para Maestría Ingeniería



Industrial con Énfasis en Operaciones, Logística y Cadena de Abastecimientos). Santiago de Cali: universidad ICES. 2013, 93 pp

LEANDRA, Natalia. Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional. Tesis (Título de Ingeniero en Alimentos). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2013. 119pp.

TUAREZ, M. Cesar. Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del mantenimiento productivo total. Tesis (Magister en Gestión de la Productividad y Calidad). Guayaquil: Escuela superior politécnica del litoral, 2013. 167 pp.

TORRES, MARIA. Reingeniería de los procesos de producción artesanal de una pequeña empresa cervecera a fin de maximizar su productividad. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia universidad católica del Perú, 2014. 116pp.

REAÑO, Raúl. Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el Molino Latino S.A.C. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015. 131pp.

## **ANEXOS**

*Anexo 1 – Matriz de Consistencia*

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS
¿Cómo la aplicación del TPM mejora La productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.?	Determinar como la aplicación de la TPM mejora La productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.	La aplicación del TPM mejora La productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICO
-P1 ¿Cómo la aplicación del TPM mejora La eficiencia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.?	-O1 Determinar como la aplicación de la TPM mejora La eficiencia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.	-H1 La aplicación del TPM mejora La Eficiencia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.
-P2 ¿Cómo la aplicación del TPM mejora La eficacia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.?	-O1 Determinar como la aplicación de la TPM mejora La eficacia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.	-H2 La aplicación del TPM mejora La eficacia en la línea de producción de cilindros hidráulicos, en la empresa INVEMET S.R.L.

Anexo 2: Matriz de consistencia

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCENPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSIÓN
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL(TPM)	El TPM es todo un sistema de gestión del mantenimiento que entre muchos fundamos se trata de implementar el tipo de mantenimiento autónomo es decir que los propios operarios serán los encargados de llevarlo a cabo esto traerá consigo el compromiso de parte de todas las área relacionadas directa o indirectamente en el mantenimiento de esta manera se buscara una constante ya sea de forma motivacional o de estimulación para lograr que el área de producción y el de mantenimiento trabajen en coordinación y total armonía. (González, 2005, p.106)	Es una herramienta de gestión que ayuda a establecer parámetros e influenciar en cada miembro de la organización, para cambiar la filosofía de mantenimiento que se tiene, todo con el fin de aumentar el porcentaje de mantenibilidad, confiabilidad y productividad de los equipos.	DISPONIBILIDAD	$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$ <p>MTBF Es el Tiempo promedio entre Fallas MTTR Es el Tiempo Promedio para Reparar</p>	RAZON
			CONFIABILIDAD	$Confiabilidad = e^{-\left(\frac{1}{MTBF}\right)(t)} \times 100$ <p>Dónde: "e" = Es una constante matemática (2.71828 aprox.) MTBF = Es el Tiempo promedio entre Fallas t = el tiempo en horas</p>	RAZON
PRODUCTIVIDAD	La productividad es el índice que nos indica la relación de lo que se ha producido y la cantidad de insumos que se ha empleado en conseguirlo (CRUELLES, 2013, p.2) La productividad es la capacidad de producir con este se crea riqueza y beneficios con la inversión también de tiempo y dinero. La productividad es mantener la eficiencia al momento de usar los recursos primordiales sin ningún tipo de despilfarro todo esto con la finalidad de no mermarlos, ya con este concepto claro se puede realizar los trabajos con rapidez ahorrando tiempo y con este dinero (LOPEZ, 2013, p.11).	Es un índice que ayuda a la compañía a saber el estado de la empresa en cuanto a producción se refiere, con este indicador sabremos qué tan rentable estamos siendo al fabricar un producto y se analizara la eficiencia y eficacia de todo un proceso como el producto de ambos, nos ayuda a identificar los desperdicios que hay en todo el sistema.	EFICIENCIA	$Eficiencia = \frac{HM \text{ Útil}}{HM \text{ total}} \times 100$	RAZON
			EFICACIA	$Eficacia = \frac{Q_{Producida}}{Q_{Programada}} \times 100$	RAZÓN

## Política del TPM

Invemet S.R.L., Empresa dedicada a la fabricación y reparación de cilindros hidráulicos, comprometida con el sector industrial, cubre las expectativas y requisitos establecidos, buscando siempre la mejora continua para el mantenimiento productivo total y para esto se cuenta con personal altamente calificada comprometida con elevar siempre la eficiencia del equipo

## Objetivos del TPM

- Analizar constantemente las necesidades y requerimientos para elevar siempre la eficiencia global del equipo teniendo en cuenta siempre la participación de todos y buscando “Cero Averías”
- Tener el control de nuestras maquinas a través de su mantenimiento y de esta manera poder realizar los productos con la calidad establecida.
- Creas espacios y lugares donde se pueda esparcir la opinión y participación de todos los miembros de nuestro equipo.
- Tener siempre en cuenta la parte operativa del sistema de mantenimiento productivo total para ello se busca siempre la capacitación y la preparación continua de estos de esta manera se logra elevar su nivel de competencia y con esto la del sistema.

La Victoria, Diciembre del 2017

## Anexo 4 Registro de capacitación

[illegible]

Fuente: Elaboración Propia

*Anexo 5 Formato Orden de Trabajo de mantenimiento*

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO						
NOMBRE DE EQUIPO:					Área	
TRABAJO A REALIZAR:						
TIPO DE MANTENIMIENTO						
RECURSOS						
Horas Maquina	Torno	Taladro	Fresa	Cepillo	Barrenado	Total
Motivo de la falla:						
Responsable del trabajo:		INICIO		FINAL		
Dirección	Operario	D/M	D/M	D/M	D/M	
Descripción del mantenimiento y/o reparación						
OBSERVACIONES:						
Solicitado por:		Aprobado por:			fecha	
Nombre y Firma:		Nombre y Firma:			<div style="text-align: center;">             ____/____/____           </div>	

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 6: Formato de Capacitación a Terceros

[illegible]

Fuente: Elaboración Propia



[illegible]

128

[illegible]

129

[illegible]

130

### Anexo 10: Cronograma mantenimiento Autónomo

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO															
Maquina	Actividad	Tiempo	Responsable	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
TORNO CASENEUVE	Limpieza de viruta de la bancada movil	Sem.	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Limpieza y engrase de porta chup	2 mes	Operador												
	Cambio de fajas	6 mes	Operador												
	Engrase de cabezal movil	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Revisar nivel de aceite de caja de transmisión	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Engrase de piñones de caja	mesual	Operador												
	Engrase de piños de automatico	4 meses	Operador												
	Revisión de las pastillas de freno	6 meses	Operador												
	Revisión de valvula de paso del filtro de aceite	3 meses	Operador												
	Sopletear luneta	mesual	Operador	x											
TORNO KRMM PERNIK	Revisar conexión de mangueras de aceite	6 meses	Operador												
	Revisión de sistema electrico	5 meses	Operador												
	Limpieza de viruta de la bancada movil	Sem.	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Limpieza y engrase de porta chup	2 mes	Operador												
	Cambio de fajas	6 mes	Operador												
	Engrase de cabezal movil	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Revisar nivel de aceite de caja de transmisión	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Engrase de piñones de caja	mesual	Operador												
	Engrase de piños de automatico	4 meses	Operador												
	Revisión de las pastillas de freno	6 meses	Operador												
TORNO SOUTH BEND 450	Revisión de valvula de paso del filtro de aceite	3 meses	Operador												
	Sopletear luneta	mesual	Operador	x											
	Revisar conexión de mangueras de aceite	6 meses	Operador												
	Revisión de sistema electrico	5 meses	Operador												
	Limpieza de viruta de la bancada movil	Sem.	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Limpieza y engrase de porta chup	2 mes	Operador												
	Cambio de fajas	6 mes	Operador												
	Engrase de cabezal movil	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Revisar nivel de aceite de caja de transmisión	sem	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Engrase de piñones de caja	mesual	Operador												
FRESADORA RADIAL FIMUS	Engrase de piños de automatico	4 meses	Operador												
	Revisión de las pastillas de freno	6 meses	Operador												
	Revisión de valvula de paso del filtro de aceite	3 meses	Operador												
	Sopletear luneta	mesual	Operador	x											
	Revisar conexión de mangueras de aceite	6 meses	Operador												
	Revisión de sistema electrico	5 meses	Operador												
	Limpieza de viruta del plato	Semanal	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Engrase y limpieza de carrete de plato	3 meses	Operador												
	Engrase y limpieza de piñones de giro	5 meses	Operador												
	Cambio de fajas de la transmisión	6 meses	Operador												
CEPILLO ATLAS	Revisión de niveles de aceite de caja	3 meses	Operador												
	Revisión de valvulas de filtro	4 meses	Operador												
	Sopletear de motor electrico y placas	semanal	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Revisión de sistema electrico	6 meses	Operador												
	Limpieza de viruta de la meza	Semanal	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Engrase de cabezal vertical	4 meses	Operador												
	Revisar aceite de caja de cambio	2 meses	Operador												
	Cambio de fajas	6 meses	Operador												
	Engrase de cojinetes de soporte	3 meses	Operador												
	Cambio de pastillas de corte	mensual	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
TALADRO DE COLUMNA	Revisión de sistema electrico	6 meses	Operador												
	Limpieza de mesilla	semanal	Operador	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Engrase y revision de piñones de velocidad	4 meses	Operador												
	Aceitado de porta chup	5 meses	Operador												
	Cambio de pernos de sujecion de chup	2 meses	Operador												

*Anexo 11: Cronograma mantenimiento Planificado.*

Actividad/Repuesto	Descripción de Reparación	Cantidad	Unidad	Responsable	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Bancada	Rectificado del asentamiento del cabezal móvil	1	Und.	Tecnico Ter.	x											
	Limpieza y pulido	1	Und.		x											
Cabezal Fijo	Cambio pernos	4	Und.	Tecnico Ter.	x					x						x
	Cambio de arandelas	4	Und.		x					x						x
	Cambio de Tuercas de sujeción	4	Und.		x					x						x
Carro de bancada	Cambio de rodamiento.	2	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Cambio de Vías y Resorte	4	Und.		x			x				x				x
Carro de desplazamiento transversal	Cambio de rodamiento	2	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Cambio de fajas	2	Und.		x					x						x
Carro superior porta herramientas	Cambio de rodamiento	1	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de Asientos	1	Und.		x											
	Rectificado de Ejes	1	Und.		x											
Porta herramientas	Cambio de anillos de soporte	1	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Cambio de dientes	4	Und.		x											
Caja de movimiento transversal	Cambio de aceite	1	Balde	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de engranjes	6	Und.		x											
	Rectificado de eje de transmisión	3	Und.		x											
Caja de movimiento Lineal	Cambio de aceite	1	Balde	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de engranjes	6	Und.		x											
	Rectificado de eje de transmisión	3	Und.		x											
Kit de tuercas para roscas	Cambio de tuercas	15	Und.	Tecnico Ter.	x							x				
Barra cilíndrica	Cambio de pernos socket M8	4	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de la punta delantera	1	Und.		x			x				x				x
Cabezal Móvil	Cambio de rodamiento	4	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de asiento	1	Und.		x											
	Engrase	100	Gramos		x			x				x				x
Plato de Mordaza (Usillo)	Rectificado de apoyo	1	Und.	Tecnico Ter.	x											
	Engrase de cuerpo interno	100	Gramos		x			x				x				x
Palancas de comando de rotación	Cambio de bola	1	Und.	Tecnico Ter.	x							x				
	Pulido de eje	1	Und.		x							x				
	Cambio de Perno Hexagonal M 14 sujeción	1	Und.		x							x				
	Engrase acoble a caja	50	Gramos		x							x				
Contrapunta	Rectificado de puntas	1	Und.	Tecnico Ter.	x			x				x				x
	Rectificado de asiento para broca de centrar	1	Und.		x			x				x				x
	Cambio de broca de centros	1	Und.		x			x				x				x
Guías	Rectificación y limpieza de toda la longitud	1	Und.	Tecnico Ter.	x											
	Cambio de pernos	4	Und.		x											
	Cambio arandela	8	Und.		x											
	Cambio de tuerca de amarre	4	Und.		x											

[illegible]

*Anexo 12: Costos del mantenimiento Autónomo*

<b>Mantenimiento Autonomo</b>								
Insumos/ Repuestos	Cantidad	Cantidad/ maquina	Cantidad Total	Unidad	Repuesto Unitario (S/)	Cantidad de horas	Costo Horas	Monto Total
Fajas(metros)	8	6	48	M	S/. 95.00	2	S/. 7.00	S/. 4,574.00
Chups	5	6	30	Und.	S/. 210.00	2	S/. 7.00	S/. 6,314.00
Porta chups	5	6	30	Und.	S/. 180.00	2	S/. 7.00	S/. 5,414.00
Mangueras (Metro)	2	6	12	M	S/. 45.00	2	S/. 7.00	S/. 554.00
Conectores	8	6	48	Und.	S/. 8.00	1	S/. 7.00	S/. 391.00
Selladores	10	6	60	Und.	S/. 45.00	3	S/. 7.00	S/. 2,721.00
Filtros	12	6	72	Und.	S/. 95.00	2	S/. 7.00	S/. 6,854.00
Cables eletricos	1	6	6	M	S/. 10.00	1	S/. 7.00	S/. 67.00
Barnis	2	6	12	Litros	S/. 10.00	2	S/. 7.00	S/. 134.00
Cobre de contactor	30	6	180	Und.	S/. 0.50	1	S/. 7.00	S/. 97.00
rodamientos	6	6	36	Und.	S/. 210.00	2	S/. 7.00	S/. 7,574.00
TOTAL								<b>S/. 34,694.00</b>



### Anexo 13: Costos del mantenimiento Planificado

Mantenimiento Planificado								
Cantidad	Cantidad/ maquina	Cantidad Total	Unidad	Descripción	Cost. unitario	Cant.Horas	Cost. Horas	Total
1	6	6	Und.	Rectificado del asentamiento del cabezal movil	S/. 150.00	2	7	S/. 914.00
1	6	6	Und.	Limpieza y pulido	S/. 50.00	1	7	S/. 307.00
4	6	24	Und.	Cambio pernos	S/. 8.00	1	7	S/. 199.00
4	6	24	Und.	Cambio de arandelas	S/. 2.00	1	7	S/. 55.00
4	6	24	Und.	Cambio de Tuercas de sujeción	S/. 4.00	1	7	S/. 103.00
2	6	12	Und.	Cambio de rodamiento.	S/. 90.00	1	7	S/. 1,087.00
4	6	24	Und.	Cambio de Vias y Resorte	S/. 5.00	0.5	7	S/. 123.50
2	6	12	Und.	Cambio de rodamiento	S/. 90.00	1	7	S/. 1,087.00
2	6	12	Und.	Cambio de fajas	S/. 25.00	1	7	S/. 307.00
1	6	6	Und.	Cambio de rodamiento	S/. 110.00	1	7	S/. 667.00
1	6	6	Und.	Rectificado de Asientos	S/. 100.00	1	7	S/. 607.00
1	6	6	Und.	Rectificado de Ejes	S/. 100.00	1	7	S/. 607.00
1	6	6	Und.	Cambio de anillos de soporte	S/. 4.00	0.5	7	S/. 27.50
4	6	24	Und.	Cambio de dientes	S/. 45.00	0.5	7	S/. 1,083.50
1	6	6	Balde	Cambio de aceite	S/. 250.00	1	7	S/. 1,507.00
6	6	36	Und.	Rectificado de engranjes	S/. 120.00	2	7	S/. 4,334.00
3	6	18	Und.	Rectificado de eje de transmisión	S/. 100.00	1	7	S/. 1,807.00
1	6	6	Balde	Cambio de aceite	S/. 250.00	1	7	S/. 1,507.00
6	6	36	Und.	Rectificado de engranjes	S/. 120.00	2	7	S/. 4,334.00
3	6	18	Und.	Rectificado de eje de transmisión	S/. 100.00	1	7	S/. 1,807.00
15	6	90	Und.	Cambio de tuercas	S/. 40.00	0.5	7	S/. 3,603.50
4	6	24	Und.	Cambio de pernos socket M8	S/. 2.00	0.5	7	S/. 51.50
1	6	6	Und.	Rectificado de la punta delantera	S/. 40.00	0.5	7	S/. 243.50
4	6	24	Und.	Cambio de rotamiento	S/. 70.00	1	7	S/. 1,687.00
1	6	6	Und.	Rectificado de asiento	S/. 100.00	1	7	S/. 607.00
50	6	300	Gramos	Engrase	S/. 0.50	0.5	7	S/. 153.50
1	6	6	Und.	Rectificado de apoyo	S/. 80.00	1	7	S/. 487.00
100	6	600	Gramos	Engrase de cuerpo interno	S/. 0.50	0.5	7	S/. 303.50
1	6	6	Und.	Cambio de bola	S/. 30.00	0.5	7	S/. 183.50
1	6	6	Und.	Pulido de eje	S/. 15.00	0.5	7	S/. 93.50
1	6	6	Und.	Cambio de Perno Hexagonal M 14 sujeción	S/. 6.00	0.5	7	S/. 39.50
50	6	300	Gramos	Engrase acoble a caja	S/. 0.50	0.5	7	S/. 153.50
1	6	6	Und.	Rectificado de puntas	S/. 40.00	0.5	7	S/. 243.50
1	6	6	Und.	Rectificado de asiento para broca de centrar	S/. 25.00	0.5	7	S/. 153.50
1	6	6	Und.	Cambio de broca de centros	S/. 45.00	0.5	7	S/. 273.50
1	6	6	Und.	Rectificación y limpieza de toda la longitud	S/. 180.00	1.5	7	S/. 1,090.50
4	6	24	Und.	Cambio de pernos	S/. 18.00	0.5	7	S/. 435.50
8	6	48	Und.	Cambio arandela	S/. 3.00	0.5	7	S/. 147.50
4	6	24	Und.	Cambio de tuerca de amarre	S/. 6.00	0.5	7	S/. 147.50
1	6	6	Und.	Cambio de rodamiento	S/. 180.00	1	7	S/. 1,087.00
3	6	18	Und.	Limpieza de muelas	S/. 20.00	0.5	7	S/. 363.50
50	6	300	Gramos	Engrase muelas	S/. 0.50	0.5	7	S/. 153.50
1	6	6	Und.	Cambio de pernos socket M8	S/. 1.00	0.5	7	S/. 9.50
1	6	6	Und.	Cambio de asiento de inserto	S/. 30.00	0.25	7	S/. 181.75
1	6	6	Und.	Rectificado de eje	S/. 40.00	0.5	7	S/. 243.50



1	6	6	Und.	Rectificado de asiento	S/. 40.00	1	7	S/. 247.00
4	6	24	Und.	Cambio de pernos socket M12	S/. 8.00	0.5	7	S/. 195.50
1	6	6	Und.	Rectificación de hilos de la cavidad	S/. 40.00	1	7	S/. 247.00
1	6	6	Und.	Cambio de perno	S/. 10.00	0.25	7	S/. 61.75
2	6	12	Und.	Cambio de arandelas	S/. 4.00	0.25	7	S/. 49.75
1	6	6	Und.	Rectificado de dientes	S/. 60.00	1	7	S/. 367.00
4	6	24	Und.	Cambio de pernos M12	S/. 8.00	0.5	7	S/. 195.50
1	6	6	Und.	Rectificación de moñon	S/. 100.00	1	7	S/. 607.00
1	6	6	Und.	Cambio de eje	S/. 15.00	0.5	7	S/. 93.50
1	6	6	Und.	Rectificación de puntas	S/. 25.00	0.5	7	S/. 153.50
1	6	6	Und.	Mantenimiento a elementos de ajuste	S/. 20.00	0.5	7	S/. 123.50
6	6	36	Und.	Rectificado de piñones	S/. 120.00	1	7	S/. 4,327.00
2	6	12	Und.	Rectificado de ejes	S/. 80.00	1	7	S/. 967.00
50	6	300	gramos	Engrase	S/. 0.50	0.5	7	S/. 153.50
3	6	18	Und.	Cambio de chavetas	S/. 20.00	0.25	7	S/. 361.75
3	6	18	Und.	Cambio del rodaje	S/. 60.00	0.5	7	S/. 1,083.50
3	6	18	Und.	Cambio de chaveta circular de sujecion	S/. 10.00	0.5	7	S/. 183.50
1	6	6	Und.	Limpieza y pulido	S/. 10.00	0.5	7	S/. 63.50
1	6	6	Balde	Cambio de aceite	S/. 250.00	1	7	S/. 1,507.00
3	6	18	Und.	Rectificación de dientes de piñones	S/. 90.00	1	7	S/. 1,627.00
2	6	12	Und.	Rectificación de ejes	S/. 60.00	1	7	S/. 727.00
4	6	24	Und.	Cambio de arandelas de apoyo de eje	S/. 2.00	0.25	7	S/. 49.75
4	6	24	Und.	Cambio de bobinas	S/. 30.00	0.5	7	S/. 723.50
3	6	18	Und.	Mantenimiento de contactores	S/. 40.00	0.5	7	S/. 723.50
2	6	12	Und.	Mantenimiento de switch	S/. 40.00	0.5	7	S/. 483.50
1	6	6	Und.	Mantenimiento de llave de seguridad	S/. 10.00	0.5	7	S/. 63.50
0.5	6	3	Metros	Cambio de cables Motor caja	S/. 10.00	0.5	7	S/. 33.50
1	6	6	Und.	Cambio de rele termico	S/. 35.00	0.5	7	S/. 213.50
1	6	6	Und.	Limpieza de borneras	S/. 10.00	0.25	7	S/. 61.75
6	6	36	Und.	Cambio de tornillo estrella	S/. 1.00	0.25	7	S/. 37.75
6	6	36	Und.	Cambio de boneras de cable	S/. 2.00	0.25	7	S/. 73.75
1	6	6	Und.	Pintado de cubierta de motor	S/. 40.00	1	7	S/. 247.00
1	6	6	Und.	Pulido y limpieza de helices y eje	S/. 15.00	0.5	7	S/. 93.50
1	6	6	Und.	Barnizado y limpieza	S/. 70.00	0.5	7	S/. 423.50
1	6	6	Balde	Cambio de aceite	S/. 250.00	1	7	S/. 1,507.00
10	6	60	Und.	Rectificación de dientes de piñones	S/. 120.00	1	7	S/. 7,207.00
3	6	18	Und.	Rectificación de ejes	S/. 80.00	1	7	S/. 1,447.00
6	6	36	Und.	Rectificación de separadores de bronce	S/. 85.00	1	7	S/. 3,067.00
1	6	6	Und.	Cambio de filtro	S/. 120.00	0.5	7	S/. 723.50
2	6	12	Und.	Cambio de cañerías	S/. 15.00	0.25	7	S/. 181.75
2	6	12	Und.	Cambio de niples	S/. 10.00	0.25	7	S/. 121.75
2	6	12	Und.	Cambio de fajas de transmisión	S/. 30.00	0.5	7	S/. 363.50
6	6	36	Und.	Cambio de rodamientos	S/. 80.00	1	7	S/. 2,887.00
4	6	24	Und.	Rectificado de piñones	S/. 120.00	1	7	S/. 2,887.00
1	6	6	Und.	Limpieza del sistema	S/. 40.00	0.5	7	S/. 243.50
								S/. 71,813.00

## Anexo 14: Faces y etapas de la implementación del Mantenimiento Productivo Total

TIMPOS Y ETAPAS DE LA IMPLEMETACIÓN DEL TPM																																	
Fase	Etapas	Mes																															
		Dias																															
		A cargo:																															
I N T R O D U C I Ó N	Decisión de aplicar el TPM en la Empresa	Alta Dirección																															
	Información sobre el TPM	Jefe de Mantenimiento																															
	Estructura promocional del TPM	Jefe de Mantenimiento																															
	Plan maestro del desarrollo del TPM	Equipo de mantenimiento																															
	Arranque formal del TPM	Alta Dirección																															
I M P L E M E N T A C I Ó N	Mejorar la efectividad global del equipo	Equipo de mantenimiento																															
	Desarrollar un program de mantenimiento autonomo	Jefe de Mantenimiento																															
	Desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Jefe de Mantenimiento																															
	Formación para elevar la capacidad del operario y mantenimiento	Equipo de mantenimiento																															
	Gestión temprana de los equipos	Jefe de Mantenimiento																															
CONSOLIDACIÓN	Consolidación del TPM y elevación de objetivos	Jefe de Mantenimiento																															

*Anexo 15: Programa de Entrenamiento del personal*

PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL																											
INVEMET S.R.L.																											
20466429024																											
Calle: Francia 629 - La Victoria - Lima																											
Reparación y fabricación de cilindros hidraulicos y sistemas oleohidraulicos																											
N°	Temas	Encargado	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				junio				
1	Inicio del TPM - Introducción - Potliticas del TPM - Objetivos - Metas	H. Gutierrez	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
2	Sistema Electrico - Tipo de Conexiones - Bobinas - Contactores - Mantenimiento	V. Loayza																									
3	Sistema de Fuerza - Fajas - Engranajes - Motor - Mantenimiento	J. Carbajal																									
4	Ejes y piñones - Usos y Aplicaciones - Ajustes - Tipos - Mantenimiento	J. Huamanyauri																									
5	Materiales y medida - Fuerza y su aplicación - Dimenciones y Medidas - Metrología - Aceros especiales	J. Solorza																									

[illegible]



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita): EBUSQUIZA RODRIGUEZ ROBERTA

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2016, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título de bachiller.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **“Aplicación del TPM para mejorar la Productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L., La Victoria, 2017”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

Hermitaño Roque, Jhon Alexis  
D.N.I: 73416812



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA MEJORA LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CILINDROS HIDRAULICOS EN LA EMPRESA INVEMET S.R.L.**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1 Disponibilidad	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2 Confiabilidad	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$Confiabilidad = e^{-\frac{1}{MTBF}(t)} \times 100$	/		/		/		
	DIMENSIÓN 3 Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$Eficiencia = \frac{HM \text{ Útil}}{HM \text{ total}} \times 100$	/		/		/		
	DIMENSIÓN 4 Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$Eficacia = \frac{Q \text{ Producida}}{Q \text{ Programada}} \times 100$	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay

suficiencia):

Si hay suficiencia

Opinión de

aplicabilidad:

Aplicable [ X ]

Aplicable después de corregir [ ]

No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr (Mg):

EGUSQUIZA RODRIGUEZ MARGARITA

DNI: 08444378

Especialidad del validador:

INGENIERO INDUSTRIAL

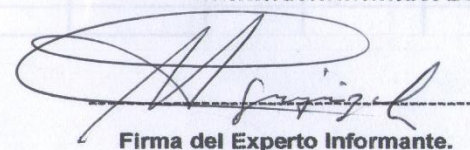
2 de 10 del 2017

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.


<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
Firma del Experto Informante.



 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**CARTA DE PRESENTACIÓN**

Señor(a)(ita): SAAVEDRA FARFAN MARTIN

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2016, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título de bachiller.

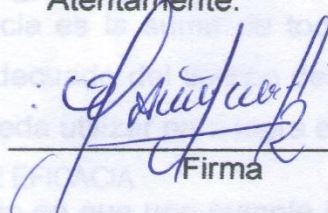
El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **“Aplicación del TPM para mejorar la Productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invemet S.R.L., La Victoria, 2017”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

  
Firma

Hermitaño Roque, Jhon Alexis  
D.N.I: 73416812



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA MEJORA LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CILINDROS HIDRAULICOS EN LA EMPRESA INVEMET S.R.L.**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>DIMENSIÓN 1 Disponibilidad</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 2 Confiabilidad</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$Confiabilidad = e^{-\left(\frac{1}{MTBF}\right)(t)} \times 100$	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 3 Eficiencia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$Eficiencia = \frac{HM \text{ Útil}}{HM \text{ total}} \times 100$	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 4 Eficacia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$Eficacia = \frac{QProducida}{QProgramada} \times 100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay

suficiencia): \_\_\_\_\_ Opinión de

aplicabilidad:      Aplicable [X]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Saavedra Fierro Yntin DNI: 02649481

Especialidad del validador: Ing. Industrial, MBA

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo


**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

03 de 11 del 2017

*[Firma]*

Firma del Experto Informante.



 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**CARTA DE PRESENTACIÓN**

Señor(a)(ita): Jorge Malpartida G.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2016, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título de bachiller.

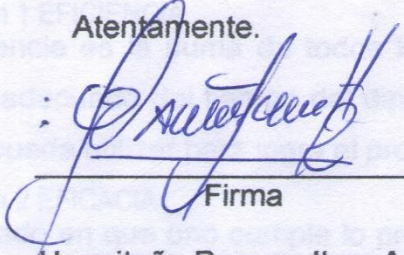
El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **“Aplicación del TPM para mejorar la Productividad en la línea de producción de cilindros hidráulicos en la empresa Invetmet S.R.L., La Victoria, 2017”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

  
Firma

Hermitaño Roque, Jhon Alexis  
D.N.I: 73416812



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA MEJORA LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CILINDROS HIDRAULICOS EN LA EMPRESA INVEMET S.R.L.**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1 Disponibilidad	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
	DIMENSIÓN 2 Confiabilidad	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$Confiabilidad = e^{-\left(\frac{1}{MTBF}\right)(t)} \times 100$	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
	DIMENSIÓN 3 Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$Eficiencia = \frac{HM \text{ Útil}}{HM \text{ total}} \times 100$	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
	DIMENSIÓN 4 Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$Eficacia = \frac{Q \text{ Producida}}{Q \text{ Programada}} \times 100$	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		

Observaciones (precisar si hay

suficiencia): Si hay Opinión de

aplicabilidad: **Aplicable** ☒ **Aplicable después de corregir** ☐ **No aplicable** ☐

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Jorge Malperhda G DNI: 10400346

Especialidad del validador: Ing. Industrial


03 de 11 del 2017

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
Firma del Experto Informante.

Anexo 20 Ficha de Turnitin



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE TESIS**

**“APLICACIÓN DEL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CILINDROS HIDRAULICOS EN LA EMPRESA INVEMET S.R.L, LA Victoria, 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**Resumen de coincidencias** X

**17 %**

< >

Se están viendo fuentes estándar


[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

**Coincidencias**

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	7 %	>
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6 %	>
3	repositorio.utp.edu.co Fuente de Internet	<1 %	>
4	nulan.mdp.edu.ar Fuente de Internet	<1 %	>
5	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %	>

Página: 1 de 142    Número de palabras: 34494

[Text-only Report](#) | [High Resolution](#)    **Activado** 🔍 ————— 🔍

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "APLICACIÓN DEL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE CILINDROS HIDRÁULICOS EN LA EMPRESA INVEMET S.R.L. La Victoria, 2017", del estudiante HERMITAÑO ROQUE, JHON ALEXIS; tiene un índice de similitud de 17 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 19 Noviembre del 2018



**Dr. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS**  
 Coordinador de Investigación de la EP de  
 Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

## PROYECTO DE TESIS

**APLICACIÓN DEL IPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CILINDROS HIDRAULICOS EN LA EMPRESA INVEMET S.R.L.**

LA Victoria, 2017<sup>m</sup>

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**AUTOR:**

Jhon Alexis Hermitaño Roque

ASESOR:

Dr. BRAVO ROJAS, Leónidas Manuel

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

Página: 1 de 142      Número de palabras: 34494

Text-only Report

High Resolution

Activado

④

## Resumen de coincidencias

17%

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en Inglés (Beta)

### Coincidencias

1 Entregado a Universidad... 7% >  
Trabajo del estudiante

2 repositorio.ucv.edu.pe  
Fuente de Internet  
6% >

3 nulan mdp.edu.ar  
Fuente de Internet  
<1% >

4 docplayer.es Fuente de Internet <1% >

repositorioacademico... <1% >


6 repositorio.utp.edu.co <1% >  
Fuente de Internet

7 repositorio.us.edu.pe <1% >  
Fuente de Internet

8 [www.cgmrental.com.pe](http://www.cgmrental.com.pe) <1% >  
Fuente de Internet

www.ceroavertias.com  
Fuente de Internet

0 [www.dspace.espol.edu...](http://www.dspace.espol.edu...) <1% >  
Fuente de Internet

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> <b>UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo Jhon Alexis Hermitaño Roque , identificado con DNI N° 73416812 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, autorizo a la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "APLICACIÓN DEL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE CILINDROS HIDRÁULICOS EN LA EMPRESA INVEMET S.R.L. La Victoria, 2017"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



\_\_\_\_\_  
FIRMA

DNI: 73416812.

FECHA: 19 de Noviembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
EP DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Hermitaño Roque Jhon Alexis

INFORME TÍTULADO:

APLICACIÓN DEL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA  
LINEA DE PRODUCCIÓN DE CILINDROS HIDRÁULICOS EN LA  
EMPRESA INVEMET S.R.L. La Victoria, 2017

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: \_10/07/18

NOTA O MENCIÓN: Catorce (14)

  
  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN